



**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia  
Departamento de Engenharia Mecânica

**Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica**

**Dissertação**

2011/2012

**Relatório**

**Organização e Controlo da Produção numa Empresa de  
Manufatura Metalomecânica**

**Trabalho elaborado por:**

Pedro Manuel Azevedo Moreira Nº 52742

**Orientador:**

Professor Caetano Monteiro

Guimarães, 18 de Dezembro de 2012

## Resumo

Atualmente a organização e controlo da produção de qualquer empresa, independentemente do seu ramo de atividade, são fatores preponderantes para o crescimento da sua competitividade. Este trabalho aborda a organização e controlo da produção da empresa TSF, Metalúrgica de Precisão, uma empresa da indústria metalomecânica que trabalha para diversos mercados, incluindo cosmética, automóvel, aeronáutica ou até mesmo indústria nuclear, mercado em que é uma empresa reconhecida pela qualidade dos seus serviços.

O trabalho foi desenvolvido com o objetivo de enquadrar a empresa nos sistemas de organização e controlo da produção existentes na atualidade tendo-se realizado uma análise do sistema organizacional da TSF, Metalúrgica de Precisão. Perante o trabalho realizado e através dos dados recolhidos na empresa (análise dos prazos de entrega, da comparação dos tempos previstos e realizados, tipos de produção, não conformidades, desperdícios e consumo das ferramentas) foi possível caracterizar o sistema produtivo e fazer assim uma análise mais concreta do estado atual da empresa.

Após a análise da empresa são propostas melhorias que poderão ser implementadas na empresa, tendo em vista o melhoramento do seu sistema organizacional, tornando assim mais competitivo, produtivo e eficiente, pois para uma empresa como a TSF, Metalúrgica de Precisão tem de estar sempre embutida na filosofia de Melhoria Contínua para continuar a serem empresas de grande exigência. Para isso a relação entre qualidade dos serviços, preços e prazos será cada vez mais importante, logo todas as empresas que pretendem trabalhar para estes mercados têm de estar suscetíveis a novos métodos e tecnologias que vão surgindo.

## **Abstract**

Nowadays Production Organization and Control of any company, regardless of the field of their activity, are essential factors for growth of their competitiveness. This work was carried out envisaging the Production Organization and Control of the company TSF, Metalúrgica de Precisão, a metalworking industrial company that works for multiple markets, including cosmetics, automobile, aeronautics, or even nuclear industry, markets in which is recognized for the quality of its services.

The work was developed with the intention of framing the current business systems of organization and control of production, to make an analysis of the organizational system of the TSF, Metalúrgica de Precisão. With the work done within the company, and through the data collected (analysis of delivery times, comparing times set out and performed, types of production, nonconformities, waste and consumption of tools) it was possible to characterize the production system and thus to making an analysis of the current state of the company.

Afterwards it was possible to propose improvements to be implemented in the company, in order to improve its organizational system, thereby turning it more competitive, productive and efficient. A company such as TSF, Metalúrgica de Precisão must embrace the philosophy of continuous improvement, because to continue working for large companies, the relationship between service quality, prices and deadlines will be increasingly important factors. So companies that intend to work for these markets must be susceptible to new methods and technologies that arise.

## Agradecimentos

Este trabalho foi realizado para relatório final de Engenharia Mecânica da Universidade do Minho. O trabalho foi efetuado em colaboração com a empresa TSF, Metalúrgica de Precisão.

Os primeiros agradecimentos dirigem-se para a TSF, Metalúrgica de Precisão, por permitir a realização deste trabalho em conjunto com a Universidade do Minho, aos gerentes da empresa Sr.<sup>o</sup> Fernando Moreira e Sr.<sup>o</sup> Pedro Sousa por me disponibilizarem todos os recursos e condições necessários para a realização deste trabalho, no qual sempre colaboram e mostraram-se interessados. De um modo geral, agradeço a todos os colaboradores da empresa, que sempre colaboraram e ajudaram na minha integração na empresa e na realização deste trabalho. De todos os colaboradores, faço um especialmente agradecimento a Bernard Champavier e a José Carlos Silva por todas as suas orientações e disponibilidade que sempre tiveram para comigo.

Quero agradecer ao Professor Alberto Caetano Monteiro do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade do Minho, pela sua disponibilidade, orientação e interesse demonstrado na realização deste trabalho desde o início.

Por fim, quero agradecer à minha namorada Eng<sup>a</sup> Cátia Tinoco, por toda ajuda prestada na realização deste trabalho, à minha família que sempre me apoiou e teve esperança na realização deste trabalho, assim como os meus amigos que sempre me ajudaram quando solicitados.

## ÍNDICE

<b>Resumo</b>	<b>i</b>
<b>Abstract</b>	<b>ii</b>
<b>Agradecimentos</b>	<b>iii</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>ix</b>
<b>Índice de Tabelas</b>	<b>xii</b>
<b>Índice de Unidades</b>	<b>xiv</b>
<b>Lista de Siglas e Acrónimos</b>	<b>xv</b>
<b>Glossário</b>	<b>xvii</b>
<b>1. Introdução</b>	<b>1</b>
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos	1
1.3. Estrutura	2
<b>2. Revisão Bibliográfica</b>	<b>3</b>
2.1. Indústria Metalomecânica	3
2.1.1. Maquinagem	3
2.2. Produção	5
2.2.1. Classificação da Produção	5
2.2.2. Tipos de Produção	7
2.3. Gestão de Operações	7
2.3.1. Objetivos da Gestão das Operações	9
2.3.2. Layouts	11
2.3.2.1. Layout por produto	13
2.3.2.2. Layout por processo	14
2.3.2.3. Layout por célula	14
2.3.2.4. Layout por posição fixa	15
2.4. Organização da Produção	15
2.5. Gestão de Stocks	16
2.5.1. Caracterização de stocks	17
2.5.2. Custos associados à Gestão de Stocks	17
2.5.3. Fatores a ter em conta na Gestão de Stocks	17

<b>2.6.</b>	<b>Planeamento e Controlo da Produção.....</b>	<b>18</b>
2.6.1.	Planeamento a Longo Prazo.....	19
2.6.1.1.	Plano Diretor de Produção (PDP).....	20
2.6.2.	Planeamento a Médio Prazo .....	21
2.6.2.1.	Planeamento de Necessidades de Materiais (MRP).....	22
2.6.2.2.	Lista de Materiais (BOM).....	22
2.6.3.	Planeamento a Curto Prazo.....	23
2.6.3.1.	Controlo das operações .....	23
<b>2.7.</b>	<b>Eliminação de desperdícios (filosofia <i>Lean</i>).....</b>	<b>24</b>
2.7.1.	Princípios da filosofia <i>Lean</i> .....	25
2.7.2.	Os sete desperdícios.....	25
2.7.3.	Ferramentas <i>Lean</i> .....	28
<b>2.8.</b>	<b>Controlo Oficial.....</b>	<b>29</b>
2.8.1.	Controlo da Produção.....	30
2.8.1.1.	Controlo do Fluxo.....	31
<b>2.9.</b>	<b>Controlo da Qualidade .....</b>	<b>32</b>
2.9.1.	Ferramentas da Qualidade .....	33
<b>2.10.</b>	<b>Aplicativos de Gestão da Produção .....</b>	<b>34</b>
<b>3.</b>	<b>Apresentação da Empresa.....</b>	<b>36</b>
3.1.	Dados históricos.....	36
3.2.	Ramo da atividade.....	36
3.3.	Grupo PROEF .....	36
3.4.	Política de qualidade da empresa.....	37
3.4.1.	Visão.....	37
3.4.2.	Missão .....	37
3.4.3.	Valores .....	37
<b>3.5.</b>	<b>Certificação .....</b>	<b>38</b>
<b>3.6.</b>	<b>Indicadores .....</b>	<b>38</b>
3.6.1.	Recursos Humanos .....	38
3.6.2.	Mercado alvo.....	38
3.6.3.	Fornecedores .....	39
<b>3.7.</b>	<b><i>Layout</i>.....</b>	<b>40</b>
<b>3.8.</b>	<b>Organigrama.....</b>	<b>41</b>
<b>4.</b>	<b>Funcionamento da empresa .....</b>	<b>42</b>
4.1.	Orçamentação .....	45

<b>4.2.</b>	<b>Preparação das encomendas.....</b>	<b>45</b>
4.2.1.	Criação de artigos.....	47
4.2.1.1.	Desenhos Técnicos.....	47
4.2.1.2.	Nomenclatura .....	48
4.2.1.3.	Gamas de Fabrico .....	48
4.2.1.4.	Definição dos Tempos .....	48
4.2.2.	Alocação do Material.....	48
4.2.3.	Gama de Produção .....	48
<b>4.3.</b>	<b>Produção .....</b>	<b>49</b>
4.3.1.	Torneamento.....	52
4.3.2.	Fresagem.....	53
4.3.3.	Soldadura.....	54
4.3.4.	Acabamentos.....	55
<b>4.4.</b>	<b>Controlo da qualidade.....</b>	<b>56</b>
<b>4.5.</b>	<b>Tratamentos térmicos.....</b>	<b>57</b>
<b>4.6.</b>	<b>Expedição.....</b>	<b>58</b>
<b>4.7.</b>	<b><i>Clipper</i>.....</b>	<b>58</b>
<b>4.8.</b>	<b><i>Stocks</i>.....</b>	<b>59</b>
4.8.1.	Produtos acabados.....	59
4.8.2.	Matérias-primas.....	60
4.8.3.	Ferramentas .....	60
<b>4.9.</b>	<b>Fluxo típico de uma peça.....</b>	<b>61</b>
<b>5.</b>	<b>Análise de Dados .....</b>	<b>63</b>
<b>5.1.</b>	<b>Prazos de entrega .....</b>	<b>63</b>
5.1.1.	Fatores que influenciam os atrasos das encomendas .....	64
5.1.1.1.	Planeamento .....	64
5.1.1.2.	Gestão de <i>stocks</i> .....	66
5.1.1.3.	Preparação .....	67
5.1.1.4.	Falta de recursos .....	68
5.1.1.5.	Atividades morosas .....	68
5.1.1.6.	Fornecedores.....	70
5.1.1.7.	Manutenção.....	71
5.1.1.8.	Fluxo de informação.....	71
5.1.1.9.	Motivação.....	72
5.1.2.	Consequência dos atrasos.....	72
<b>5.2.</b>	<b>Tempos previstos vs realizados .....</b>	<b>74</b>

5.2.1.	Fatores de discrepância entre os tempos previstos e realizados.....	76
5.2.2.	Consequências da discrepância entre tempos previstos e realizados	
	79	
<b>5.3.</b>	<b>Tipo de Produção.....</b>	<b>80</b>
5.3.1.	Quantidades de produção .....	81
<b>5.4.</b>	<b>Não conformidades .....</b>	<b>82</b>
5.4.1.	Causas das Não conformidades .....	83
5.4.1.1.	Métodos .....	83
5.4.1.2.	Mão-de-obra .....	84
5.4.1.3.	Material.....	84
5.4.1.4.	Meio Ambiente.....	84
5.4.1.5.	Máquinas.....	85
5.4.2.	Principais causas das não conformidades.....	85
5.4.3.	Consequências de não conformidade.....	87
<b>5.5.</b>	<b>Desperdícios .....</b>	<b>88</b>
5.5.1.	Excesso de produção.....	88
5.5.2.	Esperas .....	89
5.5.3.	Transportes/movimentações.....	90
5.5.4.	Processo .....	90
5.5.5.	<i>Stocks</i> .....	91
5.5.6.	Defeitos.....	92
5.5.7.	Trabalho desnecessário.....	92
<b>5.6.</b>	<b>Consumo de ferramentas.....</b>	<b>93</b>
<b>6.</b>	<b>Propostas de melhoria.....</b>	<b>97</b>
<b>6.1.</b>	<b>Preparação .....</b>	<b>97</b>
6.1.1.	Proposta de melhoria .....	99
6.1.1.1.	Funcionamento Prático .....	100
6.1.1.2.	Vantagens e Desvantagens.....	101
<b>6.2.</b>	<b>Proposta de Gestão dos <i>Stocks</i> .....</b>	<b>101</b>
6.2.1.	Gestão de <i>Stocks</i> de Matérias-Primas .....	102
6.2.2.	Gestão de <i>stocks</i> de produtos acabados.....	103
6.2.3.	Gestão do <i>Stock</i> das Ferramentas .....	103
6.2.4.	Vantagens e Desvantagens .....	104
<b>6.3.</b>	<b>Planeamento.....</b>	<b>104</b>
6.3.1.	Propostas desenvolvidas.....	105
6.3.2.	Proposta para funcionamento do planeamento .....	108



6.3.3.	Condições de funcionamento .....	109
6.3.3.1.	Gamas de Fabrico .....	110
6.3.3.2.	Tempos Previstos.....	110
6.3.3.3.	Colaboração da comunidade laboral .....	111
6.3.4.	Vantagens e desvantagens.....	111
6.4.	<b>Controlo da produção.....</b>	<b>112</b>
6.5.	<b>Não Conformidades.....</b>	<b>115</b>
6.6.	<b>Aposta na ferramenta tecnológica, o CAM .....</b>	<b>117</b>
6.6.1.1.	CAM na orçamentação.....	118
6.6.1.2.	CAM na Preparação .....	119
6.6.1.3.	CAM na Produção .....	120
6.6.2.	Vantagens e Desvantagens do CAM .....	120
6.7.	<b>Implantação dos 5 S .....</b>	<b>121</b>
6.8.	<b>Registo de manutenção.....</b>	<b>123</b>
6.9.	<b>Subcontratações.....</b>	<b>124</b>
7.	<b>Conclusões .....</b>	<b>126</b>
8.	<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>129</b>
	<b>Anexo A – Operações de Maquinagem.....</b>	<b>133</b>
	<b>Anexo B – Controlo Numérico Computorizado.....</b>	<b>139</b>
	<b>Anexo C – Gama de Produção .....</b>	<b>143</b>
	<b>Anexo D: Ferramentas para maquinaria .....</b>	<b>146</b>
	<b>Anexo E – Matrix .....</b>	<b>150</b>
	<b>Anexo F – Folhas de abertura de não conformidade.....</b>	<b>153</b>
	<b>Anexo G – Mini Relatório (Melhoramento do aplicativo Clipper) .....</b>	<b>156</b>
	<b>Anexo H – Proposta de ficha para remoção de Matérias-Primas .....</b>	<b>163</b>
	<b>Anexo I – Sistemas de Aperto .....</b>	<b>165</b>
	<b>Anexo J – CAM (Computer Aided Manufacturing) .....</b>	<b>168</b>

## Índice de Figuras

Figura 1 – Exemplos de produtos da indústria Metalomecânica.....	3
Figura 2 – Evolução dos tornos.....	4
Figura 3 – Ligação entre a gestão de operações e os departamentos envolvidos [7]	9
Figura 4 – Hierarquia dos objetivos nas empresas ou organizações .....	10
Figura 5 – Principais partes interessadas de uma empresa ou organização [7] .....	11
Figura 6 – Gráfico de Hitomi (1979) [6] .....	13
Figura 7 – Esquema de implantação do <i>layout</i> por produto [7].....	13
Figura 8 – Implantação por processo [6] .....	14
Figura 9 – Implantação por célula [6] .....	15
Figura 10 – Organização da produção (adaptado [8]) .....	16
Figura 11 – Planeamento e Controlo da produção [10] .....	19
Figura 12 – Planeamento a longo prazo: abordagem de questões estratégicas (adaptado de [7]) .....	19
Figura 13 – Entradas e saídas do PDP (adaptado de [6]) .....	21
Figura 14 – Planeamento a Médio Prazo (adaptado de [7]).....	21
Figura 15 – BOM de uma cadeira.....	22
Figura 16 – Planeamento a curto prazo (adaptado de [7]) (ver Tabela 4).....	23
Figura 17 – Casa do Sistema <i>Toyota</i> de Produção [17] .....	28
Figura 18 – Controlo da produção [24].....	31
Figura 19 – Efeito de funil [7].....	32
Figura 20 – Habilitações dos Colaboradores.....	38
Figura 21 – Mercado alvo.....	39
Figura 22 – <i>Layout</i> da TSF.....	40
Figura 23 – Organigrama da empresa TSF .....	41
Figura 24 – Departamentos da TSF .....	42
Figura 25 – Fluxograma de funcionamento (da empresa) .....	43
Figura 26 – Fluxograma de funcionamento da Preparação .....	46

Figura 27 – Ilustração da composição de uma encomenda.....	46
Figura 28 – Espaço produtivo.....	50
Figura 29 – Fluxograma de funcionamento do processo produtivo.....	51
Figura 30 – Secção de torneamento .....	53
Figura 31 – Secção de fresagem.....	54
Figura 32 – Secção de soldadura.....	55
Figura 33 – Secção dos acabamentos .....	56
Figura 34 – Controlo de qualidade .....	57
Figura 35 – Prateleira para colocação de produtos acabados .....	58
Figura 36 – <i>Stock</i> de produtos acabados .....	60
Figura 37 – <i>Stock</i> de matérias-primas.....	60
Figura 38 – Matrix (Iscar) .....	61
Figura 39 – Ilustração do percurso típico de uma peça pela produção .....	62
Figura 40 – Atrasos na entrega das encomendas .....	64
Figura 41– Informações presentes no planeamento.....	64
Figura 42 – <i>Layout</i> do Plano de carga.....	65
Figura 43 – Posto de serrote .....	66
Figura 44 – Produtos não contabilizados no <i>stock</i> .....	67
Figura 45 – Evolução semanal das vendas (montante previsto vs montante facturado).....	73
Figura 46 – Ilustração das diferenças de tempos entre o realizado e inicialmente previsto .....	75
Figura 47 – Relação entre tempos previstos e tempos realizados.....	75
Figura 48 – Classificação da Produção por número de unidades produzidas.....	80
Figura 49 – Número de peças encomendadas .....	82
Figura 50 – Diagrama Ishikawa referente às causas de não-conformidade.....	83
Figura 51 – Diagrama de Pareto relativo às não conformidades .....	85
Figura 52 – Diagrama de Ishikawa dos Desperdícios.....	88

Figura 53 – Consumo de Ferramentas.....	94
Figura 54 – Consumo de Ferramentas por secção.....	95
Figura 55 – Consumo de Ferramentas da Máquina .....	95
Figura 56 – Consumos de Fresas .....	96
Figura 57 – Funcionamento da Preparação (adaptado Figura 26).....	98
Figura 58 – Proposta para funcionamento mais eficiente da preparação .....	99
Figura 59 – Diferenças entre o funcionamento atual e a proposta apresentada ....	101
Figura 60 – Proposta de Funcionamento dos <i>Stocks</i> .....	102
Figura 61 – Indicadores do estado da produção.....	112
Figura 62 – Aplicação do Andon às Máquinas CNC.....	114
Figura 63 – Registo de não conformidades .....	116
Figura 64 – Funcionamento do posto de programação CAM.....	118
Figura 65 – Desarrumação das bancadas.....	121
Figura 66 – Ilustração da proposta de bancada.....	122
Figura 67 – Processo de Torneamento .....	134
Figura 68 – Processo de Fresagem .....	137
Figura 69 – Alguns processos de furação .....	138
Figura 70 – Alguns tipos de máquina CNC.....	140
Figura 71 – Sistema Matrix.....	151

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Objetivos da gestão das operações [7] .....	8
Tabela 2 – Consequências dos <i>layouts</i> no desempenho das empresas [7].....	12
Tabela 3 – Custos associados à gestão de <i>Stocks</i> [9].....	17
Tabela 4 – Aplicativos e equipamentos de controlo de operações. ....	24
Tabela 5 – Os sete desperdícios [7] .....	27
Tabela 6 – Ferramentas <i>Lean</i> .....	28
Tabela 7 – Ferramentas da Qualidade [25] .....	33
Tabela 8 – Aplicativos associados à gestão da produção.....	34
Tabela 9 – Empresas das diferentes áreas de actividade que constituem o grupo PROEF SGPS, S.A. ....	37
Tabela 10 – Principais Fornecedores da Empresa .....	40
Tabela 11 – Gama de Fabrico de uma peça .....	49
Tabela 12 – Características dos equipamentos do centro de torneamento .....	53
Tabela 13 – Caraterísticas dos equipamentos do centro de Fresagem .....	54
Tabela 14 – Equipamentos existentes na soldadura .....	55
Tabela 15 – Equipamentos existentes na secção dos acabamentos.....	56
Tabela 16 – Custos da discrepância dos tempos previstos com os realizados.....	80
Tabela 17 – Vantagens e desvantagens da aplicação da proposta .....	101
Tabela 18 – Vantagens e desvantagens da boa utilização dos <i>stocks</i> .....	104
Tabela 19 – Carga do posto de trabalho Nexus .....	105
Tabela 20 – Planeamento obtido através do aplicativo de gestão .....	107
Tabela 21 – Vantagens e desvantagens da implantação do planeamento .....	112
Tabela 22 – Vantagens e desvantagens associadas ao uso do aplicativo CAM....	121
Tabela 23 – Operações de torneamento .....	135
Tabela 24 – Exemplo de a lista a obter pelo Clipper .....	159
Tabela 25 – Exemplo de lista a obter pelo Clipper com tempos médios .....	159
Tabela 26 – Dispositivos de aperto .....	166

---

Tabela 27 – Aplicativo CAM .....	169
----------------------------------	-----

## Índice de Unidades

**Ø** – Diâmetro

**€** – Euro

**€/semana** – Euros por semana

**h** – Hora

**m/min** – Metros por minuto

**mm** – Milímetros

**mm<sup>3</sup>/min** – Milímetros cúbico por minuto

**mm/min** – Milímetros por minuto

**mm/rot** – Milímetros por rotação

**mm<sup>2</sup>** – Milímetros quadrados

**%** – Percentagem

**kW** – *Kilowatt*

**rpm** – Rotação por minuto

## Lista de Siglas e Acrónimos

**3D** – Três dimensões

**5S** – **Seiri** (arrumação), **Seiton** (pôr em ordem), **Seiso** (limpeza), **Seiketsu** (tornar saudável o ambiente de trabalho) e **Shitsuke** (formação moral)

**APS** – Planeamento avançado de produção (Advanced Planning and Scheduling)

**BOM** – Lista de materiais (Bill of Materials)

**CAM** – Maquinação assistida por computador (Computer Aided Manufacturing)

**CMM** – Máquina de medição por coordenadas (Coordinate Measuring Machine)

**CNC** – Controlo numérico computadorizado

**CRP** – Planeamento das necessidades de capacidade

**ERP** – Sistema integrado de gestão (Enterprise Resource Planning)

**Etc** – Et cetera (entre outras coisas)

**Ex** – Exemplo

**FMEA** – Análise modal de falhas e desfeitos

**ISO** – Organização internacional para padronização (International Organization for Standardization)

**JIT** – Produção no tempo exato (Just in Time)

**MES** – Sistema de execução de manufatura (Manufacturing Execution System)

**MRP** – Planeamento das necessidades de materiais (Material Requirements Planning)

**N.º** – Número

**PDP** – Plano diretor de produção

**QFD** – Desdobramento da função da qualidade (Quality function deployment)

**RCCP** – Planeamento grosseiro da capacidade (Rough Cut Capacity Planning)

**SFC** – Controlo de operações



**SFDC** – Sistema de recolha de dados da produção (*Shop Floor Data Colletion*)

**SGDT** – Sistemas de gestão dos dados técnicos

**SMED** – Troca rápida de ferramentas (Single - Minute Exchange of Die)

**SOP** – Plano de venda e operações

**TPM** – Manutenção produtiva total (Total Productive Maintenance)

**TPS** – Sistema de produção total (Total Production System)

**Vs.** – Versus

**WMS** – Gestão de armazém (Warehouse Management)

## Glossário

**Calibre** – Instrumento de medição que serve para verificar roscas e diâmetros de furos em peças.

**Código G** – é um nome comum para a linguagem de programação que comanda máquinas de CNC.

**Desenho técnico** – é a linguagem gráfica que representa as formas, dimensões e posicionamento dos objetos sólidos e suas relações com o meio.

**Gama de Produção** – As gamas de produção especificam para onde deve ser levado o produto, as operações específicas envolvidas e os tempos padrão de preparação e execução por peça.

**Lead time** – tempo que uma peça demora a atravessar o sistema produtivo em causa.

**Lean Production** – é uma filosofia de gestão que pretende otimizar a organização, de forma a satisfazer as necessidades dos clientes no menor prazo possível, ao mais baixo custo possível, ao mesmo tempo, aumentar a autoestima e segurança de todos os seus colaboradores, integrando e envolvendo os diferentes departamentos da organização.

**Não conformidade** – Não cumpre os requisitos especificados.

**Peça morta** – Peça que não cumpre os requisitos especificados e a sua recuperação não é possível.

**Peças recorrentes** – Peça produzida na empresa pelo menos uma vez.

**Stock** – Acumulação de matérias-primas, produtos semiacabados e/ou acabados, bem como de sobressalentes necessários à manutenção, num sistema produtivo.

**Sutas** – Instrumento de medição que tem como finalidade medir ângulos.

**Tecnologia de grupo** – baseia-se em agrupar em famílias, produtos similares em termos de requisitos tecnológicos e atribuir a cada família um grupo de máquinas com capacidade de produzir todos os produtos dessa família.

**Tempo de Setup** – tempo de produção interrompida para mudança de uma máquina específica, recurso, centro de trabalho ou linha de produção desde última peça conforme até à produção da próxima peça conforme.

**Valor acrescentado** – operações levadas a cabo sobre as matérias-primas por forma a transforma-las em produtos finais.

**Velocidade de avanço** – É a velocidade instantânea da ferramenta em relação à peça.

**Velocidade de corte** – é a velocidade ideal para que uma ferramenta corte o material através de um movimento circular ou através de golpes linear.

**Zero - Peça** – A posição do zero peça pode ser livremente escolhida pelo programador dentro do espaço de trabalho da máquina. O zero peça passa a ser a origem da peça, a partir do qual o programa é realizado.

# 1. Introdução

## 1.1. Enquadramento

Na metalomecânica, tal como nos outros sectores de atividade, os mercados são cada vez mais competitivos e exigentes relativamente aos serviços e produtos.

Devido à maior oferta por parte da concorrência e face a clientes cada vez mais existentes, as empresas para serem competitivas tiveram de otimizar os custos, aumentar a qualidade e cumprir com prazos perante os clientes. Perante isto as empresas são obrigadas a organizar-se e a controlar cada vez mais o processo produtivo, para conseguir vantagem relativamente a outras empresas concorrentes.

Recentemente, as empresas vêm adotando políticas de *Lean Production*<sup>1</sup> e Qualidade Total, que permitem analisar e otimizando constantemente o seu processo, minimizar os desperdícios e procurando sempre melhorar de dia para dia.

A utilização de aplicativos na gestão de uma empresa torna-se cada vez mais importante face à grande quantidade de informação a armazenar e processar; no entanto, o fator humano continua a ser fundamental no êxito de qualquer empresa. Para que as empresas tenham sucesso é necessário que produzam bons produtos ou serviços, que tenham uma boa organização da produção, tenham uma boa gestão, bons sistemas de fabrico, boa função comercial e uma mão-de-obra eficiente e competente.

## 1.2. Objetivos

O objetivo desta dissertação é analisar o sistema e o processo produtivo da empresa TSF, Metalúrgica de Precisão<sup>2</sup> e estudar os principais pontos a serem melhorados para que a empresa possa ser mais produtiva, eficiente e competitiva. Além disso, este trabalho também teve um objetivo pessoal de permitir ao autor a aquisição de conhecimentos e experiência industrial, que no futuro se tornem uma mais-valia profissional.

As propostas de melhoria são baseadas na bibliografia recolhida e na experiência adquirida durante o período de estágio realizado na empresa.

---

<sup>1</sup> Metodologia que visa otimizar o fluxo de produção através do aumento e da produtividade dos trabalhos

<sup>2</sup> Empresa prestadora de serviço no ramo de atividade da Metalomecânica

### 1.3. Estrutura

Este trabalho encontra-se dividido em sete capítulos. O primeiro capítulo (Introdução) diz respeito ao enquadramento temático deste trabalho, aos objetivos pretendidos com a realização deste trabalho e à estrutura do mesmo. No segundo capítulo (Revisão bibliográfica) estão mencionados os fundamentos teóricos que são a base da elaboração deste trabalho. Os temas abordados incluem: indústria metalomecânica, produção, gestão de operações, organização da produção, gestão de *stocks*, planeamento e controlo da produção, filosofia *Lean*, controlo oficial, controlo de qualidade e aplicativos de gestão da produção. No terceiro capítulo é apresentada a empresa TSF, Metalúrgica de Precisão, empresa que serviu de suporte a este estudo; no quarto capítulo (Funcionamento da empresa) é descrito o funcionamento da empresa, sendo abordados o funcionamento de orçamentação, preparação, produção, controlo de qualidade, tratamentos térmicos, *Clipper*<sup>3</sup>, *Stocks* e organização da produção. No quinto capítulo (Análise de Dados) são analisados os dados referentes aos prazos de entrega, aos tempos realizados vs. previstos, ao tipo de produção, às não conformidades, aos desperdícios e aos consumos de ferramentas. No sexto capítulo (Proposta de Melhoria) são apresentadas algumas propostas de melhoria para o funcionamento da preparação, dos *stocks*, do planeamento, do controlo da produção, das não conformidades, da tecnologias CAM (computer aided manufacturing), da implantação dos 5S<sup>4</sup>, registo de manutenção e subcontratações, todas com o intuito de tornar a empresa mais eficiente e competitiva. No último capítulo são apresentadas as principais conclusões retiradas da realização deste trabalho.

---

<sup>3</sup> Aplicativo utilizado pela empresa para diversas aplicações relacionadas com a gestão da produção

<sup>4</sup> Deriva de 5 palavras japonesas (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*)

## 2. Revisão Bibliográfica

Neste capítulo serão abordados os temas teóricos que sustentam todo o trabalho desenvolvido ao longo do estágio na empresa TSF, Metalúrgica de Precisão.

### 2.1. Indústria Metalomecânica

A indústria metalomecânica é responsável pela transformação de metais em produtos desejados, desde a produção de bens e serviços, incluindo máquinas, veículos e equipamentos, com recurso a processos de transformação mecânica (deformação plástica, soldadura, fundição e maquinagem) [1]. Na Figura 1 estão apresentados exemplos de produtos da indústria metalomecânica.



Figura 1 – Exemplos de produtos da indústria Metalomecânica

#### 2.1.1. Maquinagem

A maquinagem é um processo que transforma a matéria-prima num produto com uma forma, dimensões e acabamento por remoção de apara.

A maquinagem convencional é obtida com recurso a processos de torneamento, fresagem, furação e mandrilamento. As operações de maquinagem envolvem pelo menos duas operações; operações de desbaste (que conferem a forma e dimensões próximas das pretendidas) e de acabamento (que conferem as formas e dimensões inicialmente especificadas).

O torneamento permite a obtenção de superfícies de revolução, através da rotação da peça em torno de um eixo principal e da deslocação em simultâneo de uma ferramenta de corte. A fresagem permite a obtenção de qualquer superfície com recurso a ferramentas multicortantes. A furação consiste na abertura de furos numa peça com recurso à rotação da broca e/ou rotação da peça. O mandrilamento consiste na maquinagem de superfícies de revolução com o recurso a uma ou mais ferramentas de corte [2]. No Anexo A estão exemplificadas as operações de maquinagem mais utilizadas pela TSF, Metalúrgica de precisão.

As máquinas para maquinagem sofreram uma enorme evolução desde o seu aparecimento até à atualidade, como mostra a Figura 2.



**Figura 2 – Evolução dos tornos**

Observando a Figura 2 conclui-se que os tornos sofreram uma enorme evolução desde o torno de abrir roscas de *Maudsley* (1792) à esquerda, passando pelos tornos mecânicos convencionais, tornos CNC (Controlo Numérico Computorizado) até aos centros de torneamento CNC que permitem a maquinagem em 5 eixos em simultâneo, à direita.

O Controlo Numérico Computorizado é um sistema que utiliza um computador como unidade de controlo de uma máquina ferramenta, em que o computador se encarrega de efetuar todos os cálculos e operações lógicas necessárias para a maquinagem de determinada peça [3]. O aparecimento do CNC veio revolucionar a indústria, trazendo consigo as seguintes vantagens:

- Aumento de Produtividade;
- Maior Flexibilidade e Precisão;
- Obtenção de peças cada vez mais complexas;
- Redução de necessidades de controlos;
- Maior segurança.

Com aparecimento do CNC a relação homem/máquina alterou-se. Apareceu uma nova etapa de trabalho a que se designou por programação. A programação é um processo de trabalho no qual a pessoa indica ao controlador da máquina os elementos necessários para que esta possa comandar todas as funções necessárias para realizar, de forma automática, as operações de maquinagem de uma determinada peça [3].

A partir do desenho da peça a maquinar, que contém todas as informações necessárias para o cálculo prévio das coordenadas, o programador programa outras funções, tais como: velocidade de corte, velocidade de avanço, tipo e dimensões da ferramenta, funções auxiliares, etc.

Na programação utilizam-se dois métodos distintos para a obtenção de um programa, a programação manual e a programação automática. Na programação manual o programa é elaborado manualmente, por métodos e cálculos realizados pelo programador. Por sua vez, a programação automática consiste também na obtenção do programa, mas os cálculos são realizados com o auxílio de um computador e de um aplicativo dedicado. Este método é conhecido por sistema de programação CAM [3]. As informações contidas nos programas, que permitem a execução da maquinação da peça podem ser:

- **Informações Geométricas:** dados referentes às dimensões da peça, tolerâncias, dimensões da ferramenta, e a posição da peça na máquina, entre outras;
- **Informações Tecnológicas:** essencialmente parâmetros de corte (velocidades de corte, avanço e rotação), funções relativas à máquina (ex: ligar e desligar fluido de corte) e características da ferramenta, etc.

O Anexo B contém informações adicionais relativas ao CNC.

## 2.2. Produção

Entende-se como produção um processo intencional, concebido e operado pelo homem, a transformação ou conversão de produtos em outros de maior utilidade e valor [4]. Os produtos finais podem estar sob a forma de bens ou serviços. Considera-se um bem qualquer produto tangível que se possa transacionar, como por exemplo aviões, relógios, televisores ou, garrafas, entre outros. Por sua vez os serviços são produtos intangíveis que não podem ser transacionados, como por exemplo uma viagem, uma consulta no dentista, cobrança de portagens, entre outros.

Cada empresa tem a sua própria organização e as suas especificações do produto. De um modo geral, pode-se dividir as empresas em função dos seguintes critérios: organização dos fluxos de produção, quantidades fabricadas e relacionamento com os clientes. Estes aspetos ajudam a definir uma empresa e consequentemente a sua tipologia de produção, ou seja, desta forma torna-se mais fácil a escolha dos métodos de produção mais adequados para cada empresa. Esta análise torna-se portanto indispensável para qualquer projeto de implementação ou reestruturação de um qualquer sistema de gestão da produção [5].

### 2.2.1. Classificação da Produção

A classificação dos sistemas de produção não é fácil nem universal, por isso existem vários tipos de classificação que podem ser utilizados. Uma das classificações



utilizadas é a de *Groover*, que classifica os sistemas produtivos de acordo com as quantidades produzidas. *Groover* classifica os sistemas produtivos da seguinte forma [6]:

- **Produção em oficina:** produção de grande variedade de produtos em pequenas quantidades;
- **Produção em lotes:** produção de alguma variedade de produtos em quantidades relativamente pequenas;
- **Produção em massa:** produção de grandes quantidades de produtos, mas com pouca variedade.

Cada vez mais se produz em pequenas quantidades e com grandes variedades. No final da segunda guerra mundial os produtos eram quase todos eles produzidos em massa e agora são cada vez mais produzidos em lotes ou até mesmo em oficina. Contudo continuam a existir produtos que continuam a ser produzidos em massa como por exemplo os combustíveis (gasolina, gasóleo, gás), pneus, cimento, entre outros.

O sistema de produção também pode ser classificado segundo o fluxo produtivo. Desta forma pode-se fazer a classificação seguinte [5]:

- **Produção Contínua:** dedica-se à produção de grandes quantidades de produtos. Este tipo de produção é normalmente efetuado numa linha, onde a produção é linear. As linhas possuem máquinas que são especificamente projetadas para produzir determinado produto, o que torna a linha muito pouco flexível. Este tipo de produção exige um certo grau de automatização na linha, para reduzir os custos de produção e aumentar a qualidade dos produtos;
- **Produção Descontínua:** a produção descontínua está associada à produção de pequenas quantidades de produtos diversificados, agrupando as máquinas em função da tarefa a executar. Pode-se verificar este tipo de produção em empresas metalomecânicas com o agrupamento dos tornos e fresadoras. Neste tipo de produção não existe linha de produção, as máquinas não são específicas, logo há maior flexibilidade no fabrico de produtos,
- **Produção por Projeto:** produção de um produto único, como por exemplo um estádio de futebol ou uma ponte. Este tipo de produção consiste no encadeamento de todas as operações que conduzem à

conclusão do projeto, minimizando os tempos mortos para concluir o projeto no prazo inicialmente estipulado.

### 2.2.2. Tipos de Produção

Existem três tipos de abordagem à produção, sendo eles [5]:

- **Produção por encomenda:** este tipo de produção inicia-se quando existe um compromisso entre a empresa e o cliente, evitando desta forma a formação de *stock* de produtos acabados e consequentemente diminuindo os encargos financeiros associados aos diversos produtos.
- **Venda a partir do *stock*:** com este tipo de produção o cliente compra o produto existente no *stock* de produtos acabados da empresa. Normalmente produz-se para *stock* quando se prevê que um cliente poderá pedir determinadas peças e quando o prazo normal que o cliente exige pode não ser cumprido se efetuar a produção por encomenda.
- **Montagem por encomenda:** este tipo de produção situa-se entre os dois tipos de produção anteriores. Com esta produção produzem-se para *stock* produtos normalizados que posteriormente são montados em produtos mais complexos, em função das encomendas do fornecedor. Desta forma é possível diminuir o tempo entre a receção e a entrega da encomenda ao cliente, pois reduz-se o tempo na montagem dos conjuntos.

### 2.3. Gestão de Operações

A gestão das operações é uma das tarefas mais importantes de uma empresa, pois é a tarefa que faz a gestão de todos os recursos, a fim de garantir que os pedidos dos clientes sejam todos atendidos, dentro dos prazos estabelecidos, com os custos e a qualidade pré-definida [7].

Na Tabela 1 são apresentados os principais objetivos da gestão das operações.

Tabela 1 – Objetivos da gestão das operações [7]

	Ações	Consequências
Melhorar a produtividade	Diminuição de erros, atrasos e problemas, assim como uma boa utilização dos recursos e processos.	Aumento de lucros.
Satisfazer as necessidades dos clientes	Fornecer produtos ou serviços com qualidade, baixos preços e respeitar os prazos.	Aumento da reputação da empresa, garantido a sua sobrevivência a longo prazo.
Produção de riqueza	Melhorar a relação entre valor acrescentado e os meios necessários.	Aumento da qualidade de vida de todos os colaboradores.

Aos gestores de operações compete organizar, coordenar, planear, monitorizar e controlar as tarefas de uma empresa perante os recursos que disponibiliza. As decisões dos gestores de tarefas afetam toda a empresa, pois são os gestores que tomam as decisões que incluem as respostas às seguintes questões [7]:

- **O quê?**- quais os recursos necessários para a realização de um produto e quais as quantidades necessárias?
- **Quando?**- quando é que cada recurso é necessário? Quando planear as atividades? Quando encomendar o material? Quando tomar as ações corretivas?
- **Onde?**- onde realizar determinada tarefa?
- **Como?**- como conceber o produto ou serviço? Como executar o trabalho?
- **Quem?**- quem fará o trabalho e em que condições?

É com estas decisões que os gestores de operações se debatem todos os dias para que a empresa possa ir o mais rápido possível ao encontro das necessidades do cliente, garantido os menores custo e tempo de produção do produto ou serviço sem o prejuízo da qualidade do mesmo.

Como resultado da maior exigência do mercado, as margens de lucro, de erro e de atraso das empresas têm vindo a diminuir continuamente. Além disso as empresas têm que passar a cumprir determinadas especificações, quer de qualidade (ISO: 9001:2008), ambiente (ISO 14000), higiene e segurança das pessoas no trabalho, que complicam ainda mais a sua gestão de operações. Para ir ao encontro

das expectativas dos clientes os gestores de operações são obrigados a recorrer ao planeamento e controlo de operações, à gestão de materiais e *stocks*, à recolha e análise de resultados, à avaliação do desempenho, à gestão de informação e de recursos (pessoas, materiais, equipamento, espaço, etc.) [7].

Hoje em dia qualquer empresa tem que ter os seus departamentos a trabalhar em sintonia e na máxima coesão, para que possa atingir os objetivos propostos e garantir a satisfação dos clientes. Na Figura 3 estão representados os diversos departamentos interligados com a gestão de operações.



**Figura 3 – Ligação entre a gestão de operações e os departamentos envolvidos [7]**

O sucesso das empresas está diretamente relacionado com a coesão existente entre os diversos departamentos, ou seja, para as empresas poderem responder afirmativamente a um mercado cada vez mais existente e competitivo é essencial a existência de uma forte relação entre as pessoas dos diversos departamentos que colaboram em conjunto.

### **2.3.1. Objetivos da Gestão das Operações**

Todas as empresas têm como objetivo primário a criação de riqueza, com a obtenção de lucros a curto, a médio ou a longo prazo, consoante as empresas ou estratégias utilizadas para obtenção desses fins.

Para alcançar os objetivos terá que ser definida uma estratégia, cuja execução definirá o destino de cada empresa. A estratégia de cada uma deve ser baseada na gestão rigorosa dos recursos para oferecer produtos ou serviços ao mercado com uma aceitação igual ou superior à concorrência. Em cada empresa ou organização devem

existir objetivos estratégicos, táticos e operacionais. A Figura 4 apresenta a hierarquia da definição de objetivos.



**Figura 4 – Hierarquia dos objetivos nas empresas ou organizações**

Normalmente as estratégias das empresas são divididas em três grandes componentes: eficiência operacional, inovação do produto e gestão dos clientes. A eficiência operacional está relacionada com as operações centrais de cada negócio e é diretamente refletida nos custos associados à realização das operações centrais: a inovação está relacionada com o desenvolvimento de novos produtos ou processos que possam manter o produto com um crescimento sustentado: por último, a gestão dos clientes está relacionada com o melhor conhecimento dos clientes para que seja possível igualar ou até superar se possível a sua satisfação.

Todos os objetivos de uma organização ou de uma empresa devem apontar para satisfazer sempre as partes interessadas no negócio.

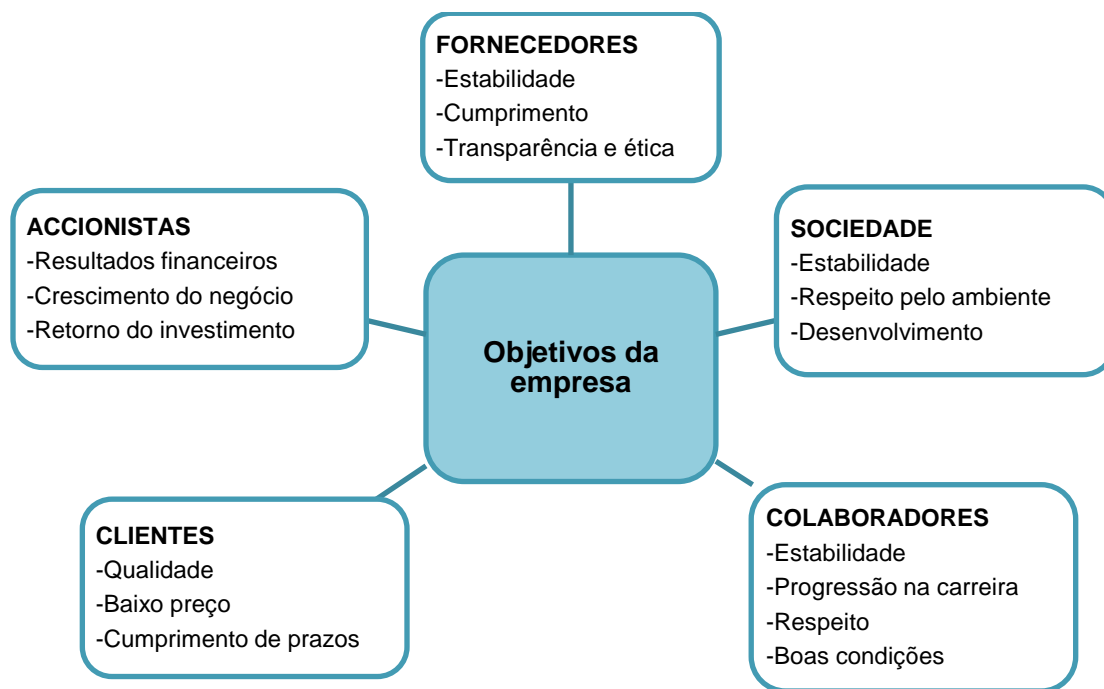


Figura 5 – Principais partes interessadas de uma empresa ou organização [7]

Na Figura 5 pode-se verificar que os objetivos de uma empresa ou organização são definidos por todas as partes interessadas. A qualidade dos produtos ou serviços, o custo do produto ou serviço e o cumprimento dos acordos são os principais fatores a ter em conta, para que as partes interessadas fiquem minimamente satisfeitas.

### 2.3.2. *Layouts*

O *layout* de um sistema produtivo é a forma como os equipamentos ou espaços para armazenamento se encontram dispostos num espaço de fábrica [6], isto é, trata-se da configuração espacial dando particular atenção ao fluxo de pessoas, matérias e informação através do sistema de operações.

Normalmente as decisões associadas aos *layouts* são críticas, pois estas requerem investimentos substanciais de dinheiro e tempo, e têm um grande impacto no desempenho do sistema (custo, segurança, e resultados financeiros). Na Tabela 2 são representadas algumas das consequências de aplicações de *layouts*.

Tabela 2 – Consequências dos *layouts* no desempenho das empresas [7]

Vantagens de um bom <i>layout</i>	Desvantagens de um mau <i>layout</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimiza custos de transporte e de movimentação de materiais;</li> <li>• Correta utilização dos espaços;</li> <li>• Utilização dos recursos humanos de forma eficiente;</li> <li>• Elimina estrangulamento;</li> <li>• Melhora a comunicação;</li> <li>• Reduz tempos de processos e de serviços;</li> <li>• Elimina movimentos desnecessários;</li> <li>• Facilita a movimentação de recursos e cargas;</li> <li>• Incorpora medidas de segurança e HST<sup>5</sup>;</li> <li>• Promove a qualidade de produtos e serviços;</li> <li>• Facilita as operações de manutenção;</li> <li>• Facilita o controlo visual das operações;</li> <li>• Garante a flexibilidade do sistema de produção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevados custos de posse e de movimentação;</li> <li>• Maiores tempos de ciclo e maiores <i>lead times</i>;</li> <li>• Elevados <i>stocks</i> intermédios;</li> <li>• Pior qualidade;</li> <li>• Danos nos artigos e produtos;</li> <li>• Problemas de segurança e na moral dos colaboradores;</li> <li>• Baixa utilização de espaços e equipamentos;</li> <li>• Zonas congestionadas e outras não.</li> </ul>

Os *layouts* são normalmente definidos em função da relação entre a quantidade produzida e o número de produtos diferentes. *Hitomi* [6] construiu um gráfico que relaciona a quantidade de produtos produzidos e o número diferente de produtos, para seleccionar a melhor alternativa entre a implantação por processo ou funcional (oficina), implantação por produto (linha de montagem ou linha de produção) ou por implantação de células por tecnologias de grupo (TG), como se pode verificar na Figura 6.

<sup>5</sup> Higiene e Segurança no Trabalho

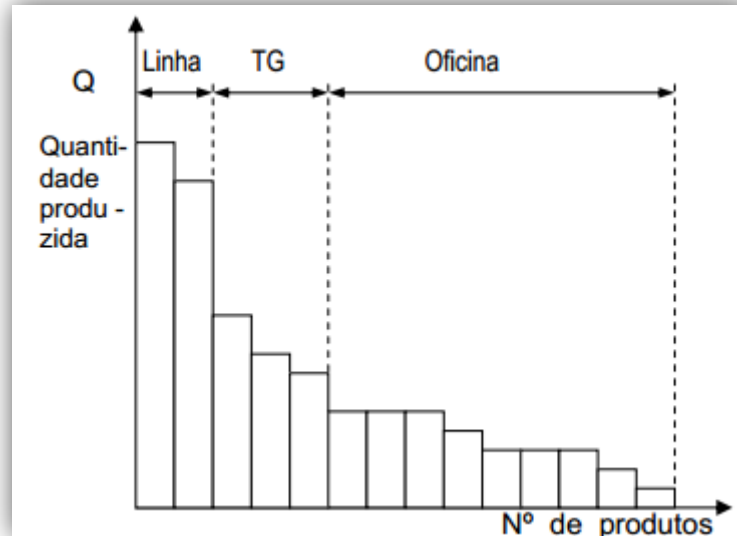


Figura 6 – Gráfico de Hitomi (1979) [6]

Definem-se desta forma quatro tipos de *layouts* que podem a ser levados em conta: *layout* por produto, *layout* por processo, *layout* por célula e *layout* de posição fixa. Estes *layouts* serão analisados nas próximas seções

### 2.3.2.1. *Layout* por produto

Este tipo de *layout* foi aplicado por Henry Ford para a produção do Ford T [6]. O *layout* por produto é usado para a produção em massa, onde os equipamentos e processos são dispostos de acordo com a sequência de fabrico dos produtos ou serviços. O *layout* é feito à imagem do produto com o objetivo de maximizar a utilização de recursos no seu fabrico. Um exemplo deste tipo de *layout* é uma linha de montagem, esquematizada na Figura 7.



Figura 7 – Esquema de implantação do *layout* por produto [7]

Um *layout* por produto apresenta uma configuração simples de implementar e de gerir. A disposição dos equipamentos e dos processos minimiza os transportes, a preparação e os tempos não-produtivos. Se uma empresa pretender produzir em grandes quantidades, um número reduzido de produtos este é o *layout* ideal.



### 2.3.2.2. *Layout por processo*

Nestes *layouts* os equipamentos e processos estão agrupados, como o nome indica, por processos que utilizam. Este tipo de configuração é o mais clássico e o mais utilizado nas empresas. Um exemplo de um *layout* por processo está representado na Figura 8.

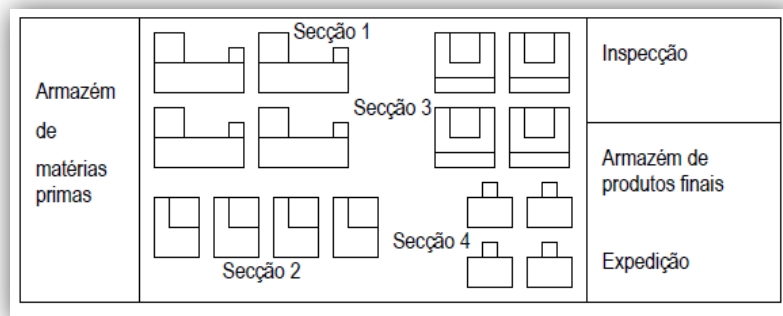


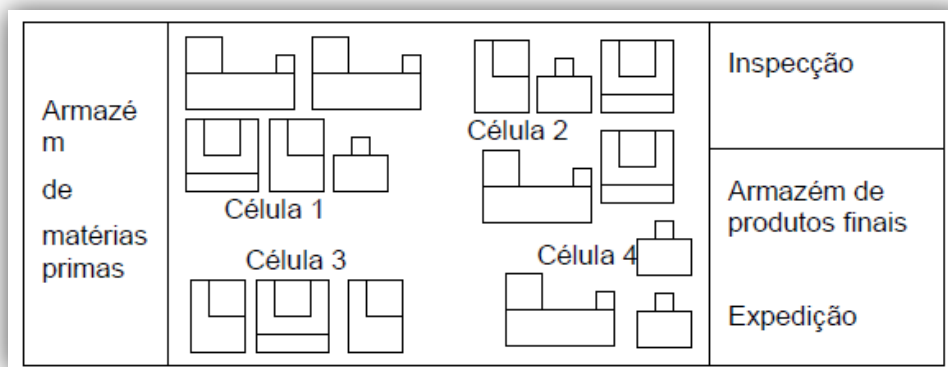
Figura 8 – Implantação por processo [6]

Os *layouts* por processos são de fácil implantação. No entanto, são de difícil gestão, devido à disposição dos equipamentos e ao processo. Com este tipo de *layout* é necessário efetuar o transporte entre centros de trabalho, os tempos de preparação serão maiores, assim como os tempos não produtivos.

Os *layouts* por processo são caracterizados por apresentarem baixo grau de automatização, baixo rendimento das máquinas, baixa produtividade, elevada flexibilidade, boa formação de operadores, entre outras. Desta forma os *layouts* por processo são apropriados para processos que sigam a estratégia de fabrico por encomenda [7].

### 2.3.2.3. *Layout por célula*

O *layout* por célula está associado à tecnologia de grupo, que permite a implementação de sistemas flexíveis e competitivos, tirando proveito ao mesmo tempo da produção em série e da produção unitária. Este *layout* está organizado por células que são dedicadas ao fabrico de um produto ou família de produtos. Cada célula é caracterizada pelos grupos de processos concebidos para a produção de produtos de forma flexível. Na Figura 9 está representado um exemplo de um *layout* por célula.



**Figura 9 – Implantação por célula [6]**

Para aplicar este tipo de *layout* é necessário agrupar os produtos por famílias, definir quais os processos tecnológicos necessários para processar todos os produtos de cada família, agrupar em células os recursos que satisfazem as necessidades e definir um sistema de atribuição de novos produtos às famílias já existentes [6].

Em cada célula é possível produzir vários tipos de produtos, devido à grande flexibilidade existente. Nestas células o movimento dos materiais segue a lógica da peça atrás de peça, em que pequenos lotes são transferidos entre postos. Com este tipo de organização, os operários das células podem transitar entre células devido à sua flexibilidade [7].

#### **2.3.2.4. Layout por posição fixa**

Neste tipo de *layouts* os produtos não transitam entre postos dentro do espaço fabril. No *layout* por posição fixa são as máquinas que se deslocam para efetuar as devidas operações, visto que o produto se encontra fixo. Os *layouts* de posição fixa estão normalmente associados a projetos (pontes, barragens, edifícios, navios, aviões, entre outros casos) [6].

### **2.4. Organização da Produção**

A organização da produção determina os procedimentos essenciais para o desenvolvimento de uma empresa. Estes procedimentos devem ter como finalidade o aumento de produtividade, de qualidade e a diminuição de custos. As empresas são normalmente organizadas de acordo com o esquema da Figura 10.



Figura 10 – Organização da produção (adaptado [8])

Nas empresas todos os objetivos devem ser traçados pela administração, e depois ser transmitidos para os devidos colaboradores. A informação e os objetivos são normalmente transmitidos para os respetivos departamentos, que são formados por pessoas que desempenham funções semelhantes ou atividades principais em unidades de gestão [8].

As empresas estão normalmente divididas por departamentos, com o intuito de agrupar funções similares, separar funções para evitar conflitos de interesses e ter um melhor controlo de funções semelhantes. Os departamentos podem ser divididos de acordo com as funções, do produto, cliente ou área geográfica.

## 2.5. Gestão de Stocks

Os *stocks* são considerados grandes investimentos para as empresas e correspondem a uma percentagem considerável do capital imobilizado da empresa. As empresas devem possuir o mínimo de *stocks* possíveis, mas tendo em atenção evitar a rotura.

Os *stocks* servem para regular o processo produtivo de uma empresa, pois permitem compensar a dessincronização da procura de um produto com a sua produção [7]. No entanto a existência de *stocks* apresenta vários inconvenientes, tais como:

- Imobilização de capital;
- Ocupação de espaço;
- Necessidade de escoamento;
- Propensão para desperdícios;
- Propensão para que o produto se torne obsoleto;
- Aumento do prazo médio de produção.

A gestão dos *stocks* tem como objetivo manter em patamares aceitáveis, o nível do serviço para o qual o *stock* considerado existe e melhorar o desempenho

através de um melhor controlo de *stocks*. Para efetuar da melhor forma a gestão de *stocks* é hoje necessária a disponibilidade de um aplicativo de gestão destes.

### 2.5.1. Caracterização de *stocks*

Os *stocks* podem ser de natureza diversa e podem ser distinguidos da seguinte forma [7]:

- *Stocks* necessários para fabrico, como por exemplo, as matérias-primas ou peça normalizadas (parafusos, anilhas, porcas, etc...);
- Ferramentas e materiais consumíveis, peças de substituição, ou peças e produtos utilizados para manutenção;
- Produtos em curso, ou seja, *stocks* entre os diferentes postos de trabalho;
- Produtos acabados, à espera de expedição.

### 2.5.2. Custos associados à Gestão de *Stocks*

Os custos associados à gestão de *stocks* têm um forte impacto na determinação dos parâmetros ótimos de gestão. Os custos que têm maior influência na selecção dos parâmetros são os custos de posse, os custos de encomenda e os custos de rotura. Na Tabela 3 estão descritos estes custos.

**Tabela 3 – Custos associados à gestão de *Stocks* [9]**

	Descrição
<b>Custos de Posse</b>	Custos diretos (seguros, impostos, quebras, roubos, renda ou amortização do armazém) e custos de funcionamento do armazém (eletricidade, climatização, mão-de-obra, segurança).
<b>Custos de Encomenda</b>	Custos administrativos dos serviços de compras que fazem a colocação e o acompanhamento das encomendas e os custos de receção qualitativa e classificativa (salários, amortização de equipamentos, comunicações, etc.)
<b>Custos de Rotura</b>	Custos associados à espera por parte do cliente, de artigos não existentes e necessários para a sua satisfação. Outra situação é a desistência dos artigos pretendidos perante a rotura.

### 2.5.3. Fatores a ter em conta na Gestão de *Stocks*

Além dos custos associados à Gestão de *Stocks*, também existem outros fatores que devem ser considerados para uma melhor gestão, tais como a existência

de locais para a armazenagem, o controlo de todas as entradas e saídas e a realização de inventários [7].

Devem existir locais bem definidos, onde os materiais possam estar arrumados durante um período de tempo, sem causar qualquer inconveniente para o processo produtivo.

Para controlar de forma eficaz as quantidades em *stock*, sempre que houver uma entrada ou saída, deve-se efetuar uma transação (entradas e saídas) no sistema, para que os movimentos sejam todos registados e para saber qual o *stock* real existente em cada instante.

Os inventários são utilizados para se efetuar a contagem das quantidades dos diferentes artigos em *stock*, para depois se atualizar o seu registo. A utilidade da existência dos *stocks* prende-se com a necessidade dos gestores de armazéns serem capazes de fornecer a informação atualizada relativa a cada artigo.

## 2.6. Planeamento e Controlo da Produção

O sistema de planeamento e controlo da produção é essencial para o bom desempenho de qualquer sistema produtivo. Este sistema tem a função de gerir eficientemente o fluxo dos materiais, utilizar eficientemente os recursos (pessoas e equipamentos), coordenar as atividades internas com os fornecedores e comunicar com os clientes sobre as necessidades do mercado [6].

O planeamento da produção, além de estabelecer os planos de produção a médio e longo prazo, também se preocupa com a preparação das necessidades onde se elaboram programas de produção e planos de utilização de capacidade produtiva. O planeamento e controlo da produção pode ser dividido da seguinte forma [4]:

- **Planeamento Estratégico da Produção:** assegura a eficaz utilização dos recursos;
- **Planeamento e Controlo tático da produção:** têm como objetivo definir métodos, procedimentos, e programas de produção para implementação prática dos objetivos e planos definidos no planeamento estratégico;
- **Controlo da atividade de produção:** atua sobre a execução dos trabalhos e cumprimento dos objetivos programados de prazos.

Além desta classificação, também se pode dividir o planeamento e controlo da produção em, planeamento a curto, médio e longo prazo. Esta divisão pode ser vista na Figura 11.

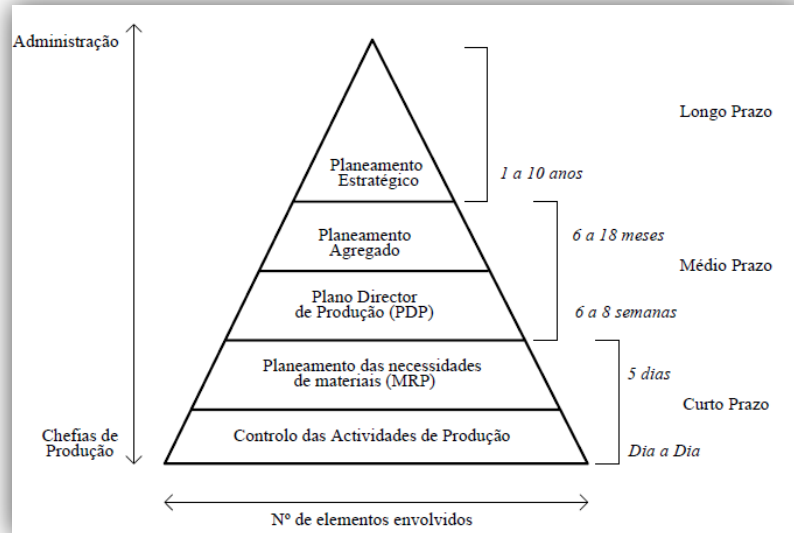


Figura 11 – Planeamento e Controlo da produção [10]

### 2.6.1. Planeamento a Longo Prazo

No planeamento a longo prazo são tomadas decisões estratégicas para a empresa, decididas pelo topo da gestão.

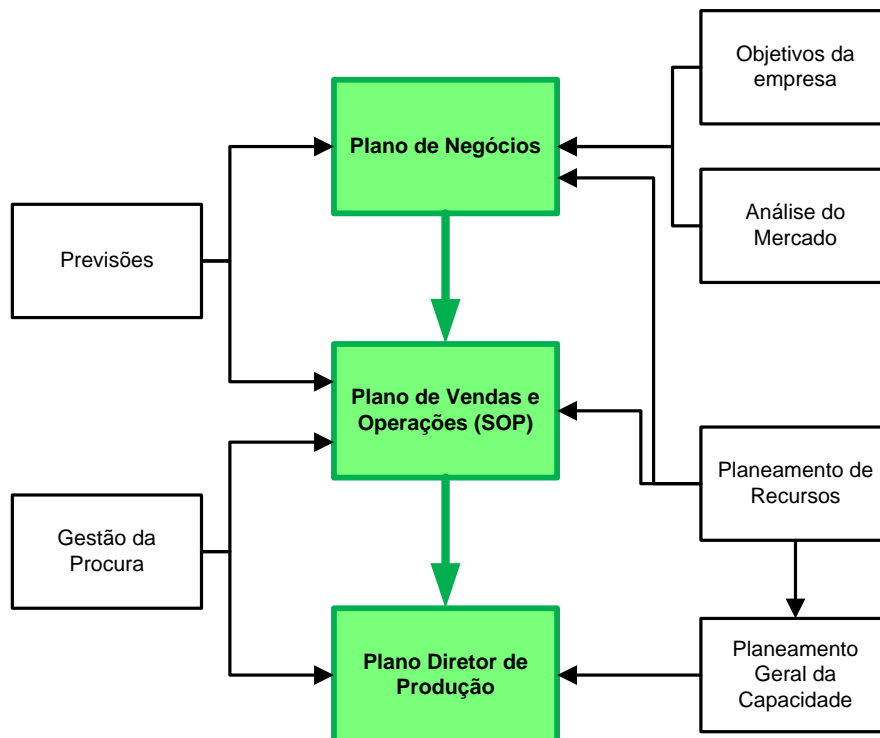


Figura 12 – Planeamento a longo prazo: abordagem de questões estratégicas (adaptado de [7])

Tal como mostra a Figura 12, o planeamento a longo prazo inicia-se com o plano de negócios, que tem como principais entradas as previsões, a análise do

mercado e os objetivos da empresa. Este tipo de planeamento tem como horizonte mínimo seis meses.

O plano de negócios serve como entrada ao plano de vendas e operações. O plano de vendas é mais detalhado que o plano de negócios, pois contém a função do planeamento das operações. Em algumas situações no plano de vendas e operações e no plano de negócios é possível identificar algumas etapas do planeamento agregado.

O *PDP* (Plano Diretor de Produção) é elaborado para cada produto e tem como entrada o *SOP* (Plano de venda e operações), a gestão da procura e o planeamento da capacidade. Pode-se olhar para o *PDP* como uma simples lista dos pedidos e previsões temporais para um determinado produto num dado período [7].

#### **2.6.1.1. Plano Diretor de Produção (PDP)**

O *PDP* tem como objetivo determinar com antecipação, que produtos finais se devem produzir, em que quantidades e quando. O período de planeamento do *PDP* é variável, tendo normalmente seis meses de programação de horizonte. No entanto, esta programação poderá variar de acordo com as previsões e com os prazos de entrega previstos, para a produção de qualquer encomenda ou lote de artigos. Este prazo é designado por tempo de ciclo (*lead time*). O tempo de ciclo é variável de acordo com o processo e a complexidade do processo [4].

O *PDP* é expresso em unidades do produto a ser processado em cada um dos períodos, durante um determinado horizonte do planeamento. A definição do plano diretor varia de acordo com o sistema produtivo, em função das encomendas existentes em carteira, das encomendas planeadas, da previsão da procura e dos planos de capacidade dos sistemas produtivos. Na Figura 13 estão esquematizadas as variáveis de entrada e saída do *PDP*.

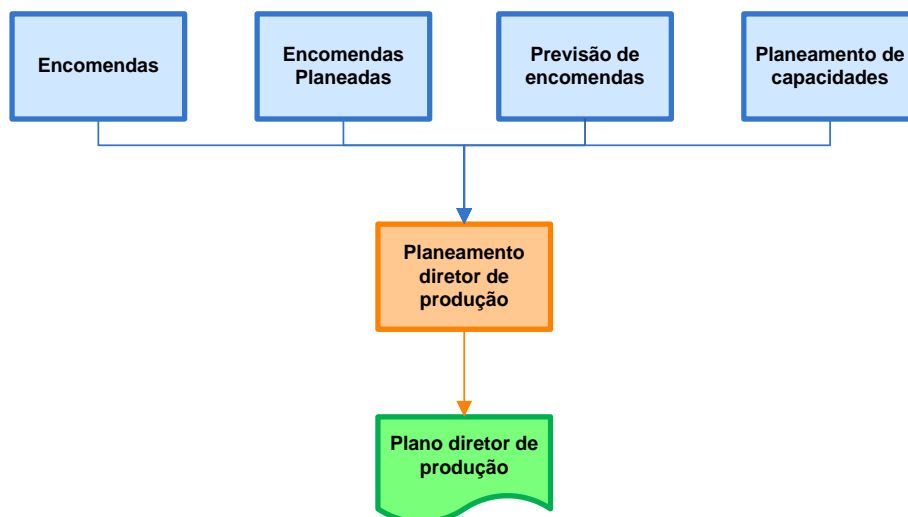


Figura 13 – Entradas e saídas do PDP (adaptado de [6])

Existem diferentes tipos de abordagens ao PDP, que variam de acordo com a variedade dos produtos produzidos e dos mercados para que a empresa trabalha.

### 2.6.2. Planeamento a Médio Prazo

Este planeamento é bem mais dinâmico que o anterior, devido à diminuição do período de tempo do volume de informação envolvidos.

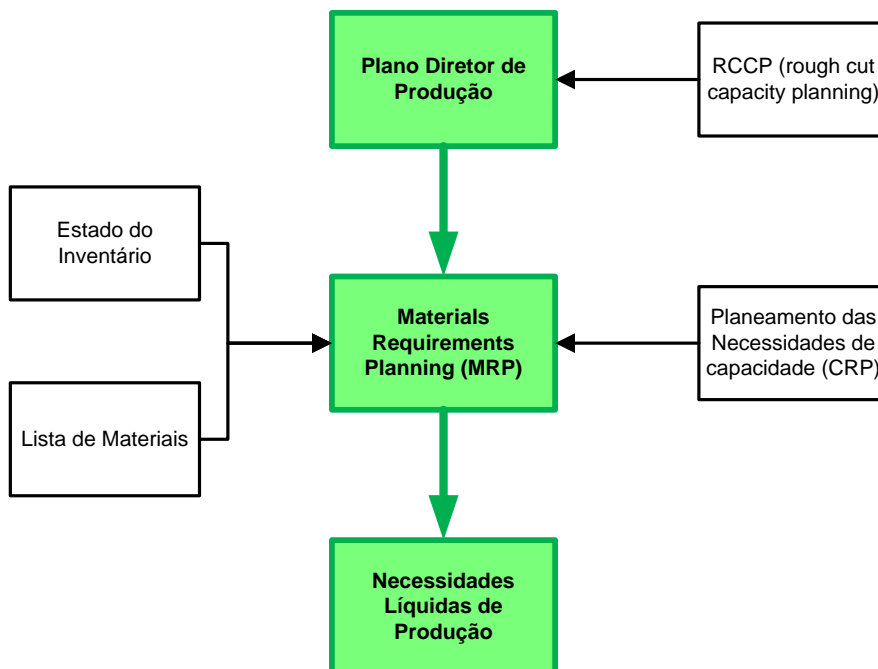


Figura 14 – Planeamento a Médio Prazo (adaptado de [7])

O elemento chave do planeamento a médio prazo é o MRP (*Materials Requirement Planning* – Planeamento de Necessidades de Materiais), que tem uma aplicação simples e direta. Pela leitura da Figura 14 pode-se verificar que o MRP



recebe do PDP a informação necessária dos produtos a produzir, com as respetivas quantidades e datas. Cada produto tem uma determinada estrutura, ou seja uma lista de materiais (BOM – *Bill of Materials*), que tem como objetivo identificar todos os materiais que constituem o produto final, que posteriormente será gerida pelo sistema MRP. Para cada material ou componente, o MRP determina as existências em *stocks* e em função destas determina as necessidades líquidas de produção e/ou compras.

### 2.6.2.1. Planeamento de Necessidades de Materiais (MRP)

O MRP faz o controlo de *stock* e de planeamento da produção, onde são definidos os prazos para início de produção dos produtos encomendados, ou seja, a programação MRP determina as necessidades líquidas de produção e as respetivas ordens de produção ou de compra para satisfazer a programação de fabrico dos produtos finais. Esta programação é realizada com base no PDP, onde, através das nomenclaturas dos artigos é possível determinar as necessidades de todos os materiais, componentes e matérias-primas que constituem os artigos do PDP nos diferentes períodos, para posteriormente se encomendar ou produzir [4].

### 2.6.2.2. Lista de Materiais (BOM)

Na lista de materiais são identificados todos os artigos ou materiais que constituem o produto final. A lista de materiais é normalmente elaborada pelo departamento de Engenharia e contém a natureza dos materiais (compras ou produção), a respetiva quantidade e a sua posição na nomenclatura do produto. Na Figura 15 está representado um exemplo de uma lista de materiais.

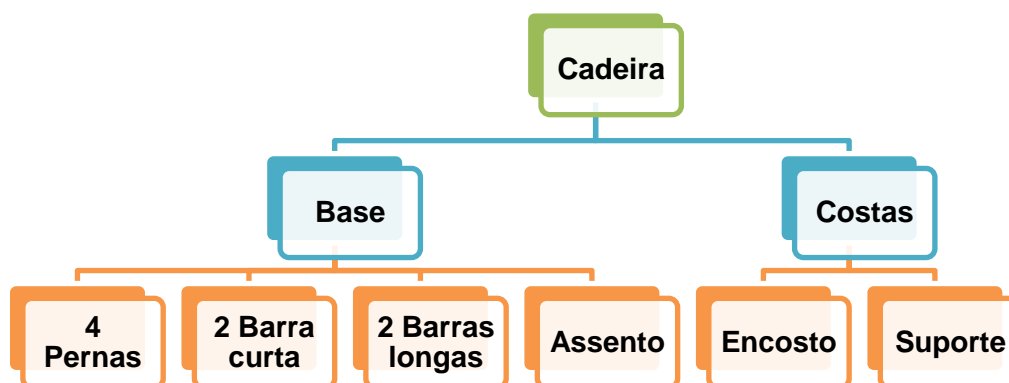


Figura 15 – BOM de uma cadeira

Uma lista de materiais dever ter em conta os seguintes aspetos:

- Todos os materiais que constem na lista de materiais devem estar devidamente identificados;

- Os dados constituintes da lista de materiais devem estar sempre atualizados de forma a minimizar erros no planeamento.

### 2.6.3. Planeamento a Curto Prazo

No planeamento a curto prazo são tratadas todas as questões operacionais, que são normalmente executadas na produção.

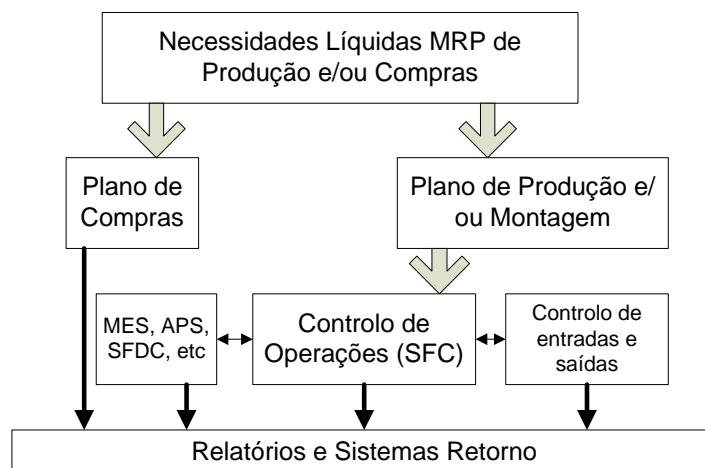


Figura 16 – Planeamento a curto prazo (adaptado de [7]) (ver Tabela 4)

O planeamento a curto prazo é extremamente dinâmico e instável, devido à proximidade da data de entrega e da presença de fatores desestabilizadores que frequentemente surgem. Como se pode verificar na Figura 16 as principais atividades executadas pelo planeamento a curto prazo são o plano de compras, plano de produção e/ou montagem e o controlo de operações. O controlo das operações é extremamente complexo e exigente, devido à influência da variação das variáveis internas e externas. Desta forma o programador de operações é constantemente solicitado para reprogramar, de forma a responder da melhor forma às mudanças e alterações que vão surgindo. [7]

#### 2.6.3.1. Controlo das operações

O controlo das operações é das tarefas mais importantes e difíceis de executar qualquer empresa, visto que o responsável pelo controlo das operações tem de lidar com vários constrangimentos imprevistos, incluindo avarias, atrasos, problemas de qualidade e outros. Para isso, é necessário gerir os recursos, como pessoas, ferramentas, máquinas e materiais, o que requer competências por parte do responsável pelo controlo na área da conceção, pessoal, equipamentos e materiais [11].

Além disso o controlo de operações tem ainda de garantir a entrega das encomendas no prazo estabelecido, sem prejuízo da qualidade e da empresa. Atualmente para facilitar o controlo das operações existem diversos aplicativos e equipamentos que poderão ser utilizados de forma eficaz e prática. Alguns destes aplicativos e equipamentos estão descritos na Tabela 4.

**Tabela 4 – Aplicativos e equipamentos de controlo de operações.**

Aplicativos	Funcionalidades
<b>MES (Sistema de execução de Manufatura)</b>	Sistema de controlo e monitorização da produção da oficina, onde a informação é atualizada em tempo real [12].
<b>APS (Planeamento avançado de produção)</b>	Planeamento avançado de produção. Este aplicativo é capaz de determinar o que produzir, em que quantidades e em que altura. Além disso é capaz de planear as necessidades, determinando o que comprar e em que quantidades [13].
<b>SFDC (Sistema de recolha de dados da produção)</b>	Sistema de recolha de dados, da produção recorrendo a tecnologias como código de barras para controlar e monitorizar a produção [7].
<b>WMS (Gestão de armazém)</b>	Sistema capaz de programar as operações de um armazém. É um grande suporte da logística operacional, onde desempenha diversas funções desde: programação, alocação de recursos, controlo de entrada e saída de materiais, controlo de stock, inventários, etc [14].

## 2.7. Eliminação de desperdícios (filosofia *Lean*<sup>6</sup>)

A filosofia *Lean* tem como principal objetivo eliminar todos os desperdícios, ou seja, eliminar tudo o que não acrescenta valor para o cliente. Esta filosofia teve origem na década de 50 no Sistema *Toyota* de Produção (TPS), com o intuito de eliminar os desperdícios, com o objetivo de reduzir os custos, aumentar a qualidade e a produtividade [15].

<sup>6</sup> Também pode ser chamada por filosofia enxuta.

A filosofia *Lean* pode ser utilizada em diversas organizações, de todas as áreas de atividade económica com ou sem fins lucrativos. A credibilidade dos princípios desta filosofia é sustentada pelo sucesso de empresas como a *Toyota*, que em 2007 atingiu o patamar de topo na indústria automóvel [7].

Para atingir todos os objetivos da filosofia *Lean* é necessário ter em conta os seguintes aspetos: a eliminação dos desperdícios, produção de fluxos contínuos, gestão da qualidade, redução de ciclos de desenvolvimento de produtos e ter sempre em conta o bem-estar do cliente.

### 2.7.1. Princípios da filosofia *Lean*

A filosofia *Lean*, segundo *Womack* e *Jones* tem como base os seguintes princípios [16]:

- **Valor:** o valor identifica o que realmente importa para o cliente. Para isso é necessário conhecer bem todas as partes interessadas no negócio. Não se deve focar somente na satisfação dos clientes negligenciando os interesses e necessidades de outras partes;
- **Cadeia de Valor:** com a cadeia de valor garante-se que todas as atividades acrescentam valor ao produto para satisfazer todas as partes interessadas no negócio;
- **Otimização do fluxo:** assegurar os fluxos de materiais, pessoas e informações para garantir a sincronização de todos os meios envolvidos na criação de valor;
- **Sistema puxar:** Permite que os consumidores “puxem” pela produção para evitar a acumulação de *stock* e garantir a entrega do produto ao cliente, na quantidade certa e no momento certo;
- **Perfeição:** incentivar a melhoria contínua em toda a organização, ouvir o cliente, ser rápido e eficaz permite às organizações melhorarem continuamente. Os desperdícios devem ser todos eliminados ao longo da cadeia, suprimindo todos os obstáculos que interrompam o fluxo do produto.

### 2.7.2. Os sete desperdícios

Em qualquer empresa existem dois tipos de operações: as operações que acrescentam valor ao produto e as operações que além de não acrescentarem valor ao produto acrescentam diferentes tipos de custos. A este tipo de operações que não

acrescenta qualquer tipo de valor ao produto, a filosofia *Lean* designa por desperdícios.

Os desperdícios foram classificados como as *sete muda* (sete desperdícios em Japonês) por *Taiichi Ohno* e *Shingeo Shingo* durante o desenvolvimento do TPS. As sete muda encontram-se descritas na Tabela 5.

Tabela 5 – Os sete desperdícios [7]

	Causas	Consequências
<b>Excesso de produção</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produção em massa;</li> <li>• Antecipação da produção;</li> <li>• Criação de <i>stocks</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocupação desnecessária de recursos;</li> <li>• Consumo de materiais e energia;</li> <li>• Antecipação de compra de materiais e recursos.</li> </ul>
<b>Esperas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avarias, acidentes ou defeitos na qualidade;</li> <li>• Problemas de <i>layout</i>;</li> <li>• Atrasos nas entregas dos fornecedores;</li> <li>• Capacidade não balanceada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atrasos na entrega ao cliente;</li> <li>• Não execução do planeamento inicialmente programado;</li> <li>• Perda de credibilidade no mercado.</li> </ul>
<b>Transportes/ movimentações</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimentação de materiais ou de peças acabadas de um local para outro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocupam espaços;</li> <li>• Aumentam custos de fabrico;</li> <li>• Aumento de tempo de produção;</li> <li>• Muitas vezes os produtos são danificados.</li> </ul>
<b>Processo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos os processos produzem perdas;</li> <li>• Operações desnecessárias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de defeitos;</li> <li>• Aumento de custos do processo.</li> </ul>
<b><i>Stocks</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existência de gargalos de produção;</li> <li>• Antecipação da produção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocupação de espaços;</li> <li>• Estrangulamento da produção.</li> </ul>
<b>Defeitos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pensar que errar é humano;</li> <li>• Ausência de padrões de autocontrolo;</li> <li>• Ênfase na inspeção final;</li> <li>• Transporte e movimentação de materiais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Queixas dos clientes aumentam;</li> <li>• Aumento de <i>stocks</i></li> <li>• Diminuição da produtividade;</li> <li>• Aumento do custo de produtos ou serviços.</li> </ul>
<b>Trabalho desnecessário</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desmotivação das pessoas;</li> <li>• Insuficiente formação e treino das pessoas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento dos custos dos produtos ou serviços.</li> </ul>

### 2.7.3. Ferramentas *Lean*

A filosofia *Lean* foi introduzida no Sistema *Toyota* de Produção com o intuito de aumentar a qualidade dos produtos, com o menor custo possível e com o menor tempo possível, eliminando ou minimizando todos os desperdícios que poderão ocorrer durante a conceção do processo. Na Figura 17 estão representadas algumas das ferramentas que levam ao sucesso do Sistema *Toyota* de Produção.



Figura 17 – Casa do Sistema *Toyota* de Produção [17]

Na Tabela 6 são referidas algumas ferramentas de *Lean*.

Tabela 6 – Ferramentas *Lean*

	Função
Os 5 S	Os 5 S são as iniciais das palavras SEIRI (Arrumação), SEITON (Pôr em ordem), SEISO (Limpeza), SEIKETSU (tornar saudável o ambiente de trabalho) e SHITSUKE (Formação moral). O objetivo da implantação dos 5 S é melhorar a qualidade dos artigos produzidos, a segurança, a eficácia e a taxa de avarias [5].
<i>Just in Time</i> (JIT)	A filosofia JIT consiste em fazer bem as coisas, à primeira e fazer cada vez melhor, eliminando os desperdícios durante o processo, ou seja, ter os itens certos, em quantidade certa, no momento certo e no local certo, de forma a garantir o fluxo de produção [18].
Cartografia do processo	A cartografia permite acompanhar o processo completo para identificar todos os elementos do desempenho em cada etapa, com a finalidade de identificar as causas importantes de perda de desempenho e de atrasos com o intuito de obter a maior eficácia possível de ação [5].

<b>TPM-Total Productive Maintenance</b>	O TPM é um processo que maximiza a produtividade eliminando as perdas. Reduz os tempos mortos, garante a qualidade e diminuiu os custos em processos contínuos [19].
<b>Método SMED</b>	A técnica SMED é utilizada com o intuito de melhorar as condições de <i>setup</i> e com isso criar uma política de redução de custos [20].
<b>Controlo da qualidade dos processos</b>	Com esta técnica pretende-se aumentar a competitividade da organização. A qualidade permite trazer a confiança aos clientes, diminuir os custos de produção e reduzir os custos de garantia e do serviço pós-venda [5].
<b>Método Kanban (Método das etiquetas)</b>	O método <i>Kanban</i> é orientado à produção em série, cuja produção seja relativamente estável. Este método “puxa” a produção a partir da procura, ou seja, o ritmo de produção é determinado pelo ritmo de circulação de <i>Kanbans</i> (etiqueta), que por sua vez é determinado pelo ritmo de consumo dos produtos, no sentido jusante do fluxo de produção [21].
<b>Jidoka (Automação inteligente)</b>	No método <i>Jidoka</i> a produção tem como base a qualidade dos seus produtos e das operações, concebendo os equipamentos e operações de modo a libertar os trabalhadores, para que possam dedicar-se a outras operações de valor acrescentado [22].
<b>Kaizen- Melhoria contínua</b>	O método <i>Kaizen</i> pode ser visto como um processo de melhoria contínua. Quando executado corretamente, humaniza o ambiente de trabalho, ensina as pessoas, identifica e elimina os desperdícios e o trabalho duro [23].
<b>Heijunka – Nivelamento da produção</b>	Esta ferramenta permite a criação de uma programação nivelada, através de uma sequência lógica das encomendas num padrão repetitivo, para assim corresponder à procura a longo prazo, ou seja, ao nivelamento das quantidades e tipos de produtos [22].

## 2.8. Controlo Oficial

O controlo oficial consiste no controlo das atividades de produção. O controlo das atividades de produção é cada vez mais importante para uma empresa, pois este controlo procura otimizar na relação entre homens, máquinas, *stocks* e movimentos de matérias-primas ou produtos acabados para executar o PDP, controlar as prioridades, melhorar a produtividade, minimizar os *stocks*, diminuir os produtos em curso e melhorar o serviço ao cliente. Os recursos geridos são: pessoal, máquinas, ferramentas e materiais.

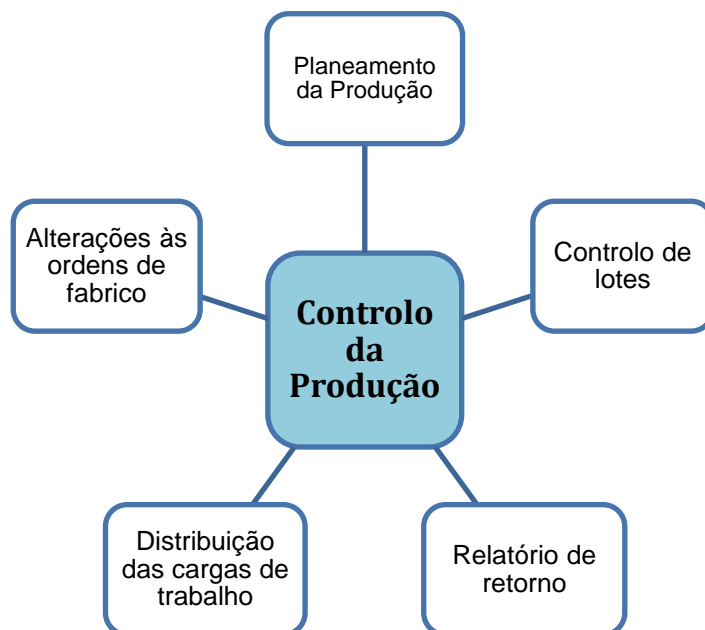


O controlo oficial pode ser dividido em quatro fases: verificação e lançamento, programação, controlo da produção e fecho das ordens [7].

- **Verificação e Lançamento:** Antes do lançamento da ordem para a oficina, deve-se verificar a disponibilidade da matéria-prima, dos componentes, das máquinas, da capacidade e distribuição da carga;
- **Programação:** Na programação são indicadas a sequência das ordens de fabrico, a disponibilidade dos recursos e todas as outras afetações que têm interferência na fábrica, como por exemplo paragens programadas ou transferências de mão-de-obra. A sequência das ordens de fabrico a executar é estabelecida de acordo com as regras de prioridade. Estas regras devem ser simples, fáceis de interpretar e estar de acordo com o planeamento;
- **Controlo da produção:** O controlo de produção consiste na determinação do nível de progressão das ordens de fabrico lançadas, ou seja, verificar quais foram as obras que ainda não foram iniciadas, quais as que estão terminadas, qual a quantidade executada, qual a quantidade não conforme, quais as obras em produção, os tempos realizados, etc. Nesta fase também são efetuadas alterações ao planeamento, que resultam de anulações das ordens de fabrico, adição de novas ordens ou ações corretivas;
- **Fecho das ordens:** Esta fase é a última da gestão das atividades de produção, que consiste em libertar a oficina da responsabilidade em relação à ordem. Nesta fase faz-se o balanço entre os produtos aceites, rejeitados ou dos sujeitos a recuperação.

### 2.8.1. Controlo da Produção

O controlo da produção é determinante para o desempenho de qualquer sistema produtivo, pois o controlo da produção permite gerir da melhor forma possível todas as informações, os fluxos de materiais, os equipamentos e as pessoas para cumprir todos os prazos e garantir a total satisfação do cliente. Na Figura 18 encontram-se representadas as funções do controlo de produção.

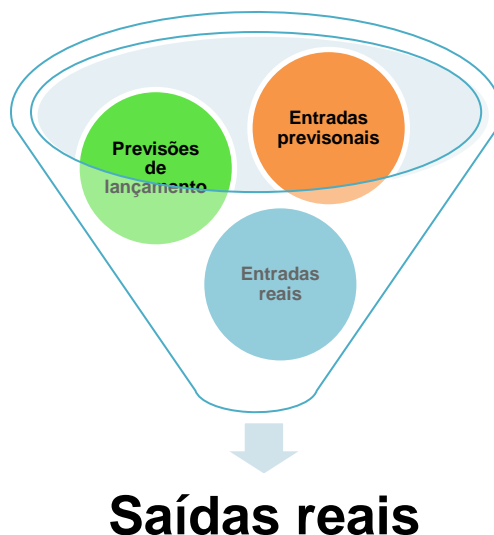


**Figura 18 – Controlo da produção [24]**

Para o controlo de qualquer sistema produtivo existem ferramentas básicas, que deverão, sempre que possível, ser utilizadas, tais como distribuição diária das cargas de trabalho, onde são mencionadas as tarefas a realizar pela respetiva prioridade. Outra das ferramentas a utilizar são os relatórios de estado, onde são mencionados os atrasos que poderão afetar o PDP. O relatório de entradas e saídas é utilizado para controlar a relação entre a carga e a capacidade em cada posto de trabalho [24].

#### **2.8.1.1. Controlo do Fluxo**

O controlo do fluxo mede e controla todo o fluxo físico que passa num posto de trabalho durante um determinado período. Na Figura 19 estão representadas esquematicamente por um funil, a entrada das ordens de fabrico e a saída do trabalho lançado.



**Figura 19 – Efeito de funil [7]**

Sempre que a capacidade de produção de um determinado posto for inferior à necessária também dá origem ao efeito de funil ou efeito de gargalo ou estrangulamento. Entende-se como um estrangulamento de produção, um posto de trabalho que não tem capacidade de responder às necessidades.

Uma forma de controlar o estrangulamento é medir o desempenho de determinado posto de trabalho. A medição do desempenho consiste na relação entre o número de ordens de fabricos e as ordens de fabrico programadas para determinado período, como mostra a equação 1.

$$\eta = \frac{\text{Ordens de Fabrico com data de fim no período e terminadas no período}}{\text{Número total de Ordens de Fabrico com a data de fim de Período}} \quad (1)$$

Quando se prevê ou se verifica algum atraso, o responsável pela produção deve avaliar as consequências desse atraso e tomar as medidas necessárias para o corrigir ou minimizar [7].

## **2.9. Controlo da Qualidade**

Face a mercados cada vez mais exigentes, hoje em dia já não basta produzir com preços competitivos, pois mesmo com baixos preços os clientes exigem a entrega dos produtos em prazos cada vez mais apertados juntamente com a máxima qualidade possível. Por isso, produzir produtos com qualidade é a chave do sucesso para a sobrevivência de qualquer empresa.

*“O estabelecimento da política da qualidade e dos objetivos da qualidade proporciona à organização um enfoque para a sua gestão... Os objetivos da qualidade devem ser consistentes com a política da qualidade e com o compromisso para a*

*melhoria contínua e o seu alcance deve ser mensurável. A concretização dos objetivos da qualidade pode ter um impacto positivo sobre a qualidade do produto, a eficácia operacional e o desempenho financeiro, e, conseqüentemente, sobre a satisfação e confiança das partes interessadas.” (Norma ISO 9001).*

### 2.9.1. Ferramentas da Qualidade

As ferramentas da Qualidade são métodos bastante utilizados e simples para recolher todas as informações, para posteriormente se efetuar uma análise com o intuito de otimizar ou melhorar os processos. A maioria das ferramentas são utilizadas para identificar os problemas e algumas para analisar estes mesmos problemas. Na Tabela 7 estão apresentadas as ferramentas da qualidade.

**Tabela 7 – Ferramentas da Qualidade [25]**

	Descrição
<b>Ferramentas Básicas</b>	São ferramentas essencialmente gráficas que permitem resolver facilmente a maioria dos pequenos problemas de produção. As ferramentas utilizadas são: Folha de Registo, Histograma, Fluxograma, Diagrama de Correlação, Diagrama de Causa-Efeito, Diagrama de Pareto e Cartas de Controlo.
<b><i>Brainstorming</i> (Tempestade de ideias)</b>	Levantamento de ideias orientadas para a resolução em grupo.
<b>QFD (Desdobramento da função da qualidade)</b>	Consiste em captar as necessidades, expectativas, e desejos do consumidor e traduzi-las para todos os processos de organização, de forma a garantir a qualidade requerida pelo cliente.
<b>FMEA (Análise Modal de Falhas e Defeitos)</b>	Metodologia de análise utilizada para garantir a identificação de todos os modos de falha e causa correspondentes associados a um projeto ou processo.
<b>Planeamento de Experiências</b>	Utilizado para selecionar a melhor combinação possível de todos os parâmetros que estão à disposição para fabrico ou conceção de um produto.
<b><i>Benchmarking</i> (Avaliação cooperativa)</b>	Processo que permite efetuar comparações entre o desempenho das organizações e as respetivas funções ou processos.

## 2.10. Aplicativos de Gestão da Produção

Nas últimas décadas desenvolveram-se vários aplicativos com o intuito de melhorar a gestão da produção. O uso de aplicativos na gestão e controlo da produção tem-se tornado uma mais-valia para o crescimento e competitividade das empresas, desde a realização de cálculos de forma rápida e sem erros, a possibilidade de armazenar de forma fiável e prática todos os dados, e gerir a circulação das informações através da existência de redes.

Nas empresas estes aplicativos são utilizados na gestão dos materiais, na gestão dos meios de produção (mão-de-obra, máquinas) e na gestão administrativa da produção na realização do planeamento e controlo da sua execução. Na Tabela 8 estão mencionados os aplicativos recentemente desenvolvidos [5].

**Tabela 8 – Aplicativos associados à gestão da produção.**

Aplicativos	Descrição
<b>ERP</b> (Sistema integrado de gestão)	Permite executar um conjunto de atividades com o objetivo de auxiliar os processos de gestão de uma organização nas várias fases de negócio de forma mais abrangente e integrada, ou seja, o ERP gere os diferentes fluxos da empresa ao nível estratégico, operacional e tático, reunindo numa única base de dados todas as funções e dados para sua gestão.
<b>MRP</b>	O MRP é conduzido por um PDP que regista a procura independente da produção. O MRP utiliza a informação associada a cada artigo, desde <i>stocks</i> existentes, tempos médios de produção de cada artigo para efetuar as ordens de produção ou de encomenda para cada artigo que constitui o produto. Com estes dados o MRP identifica quanto e quando produzir o produto de forma a satisfazer o cliente.
<b>SGDT</b>	Permite classificar e agrupar informações com o intuito de facilitar a normalização, reutilização e procura de informação.
<b>APS</b>	Permite exprimir funções de custos e procura de valores de variáveis de decisão que otimizem os critérios.
<b>MES</b>	Este aplicativo faz a integração ao nível da oficina. Desenvolve funções desde a programação da produção, controlo da produção, controlo de horas e pessoas, gestão da qualidade, gestão da manutenção e gestão de toda a documentação e dados técnicos.

Os computadores e aplicativos tornaram-se ferramentas poderosas ao serviço da gestão e controlo da produção, mas é importante não esquecer que a

informatização não resolve problema, ou seja, a implementação ou reorganização da gestão de uma empresa passa por um processo completo de projeto e não apenas pela simples instalação de um programa informático.

No próximo capítulo será apresentada a empresa TSF, Metalúrgica de Precisão, onde se poderá verificar uma breve história e levantamento de alguns indicadores.

### **3. Apresentação da Empresa**

Neste capítulo é apresentada a empresa TSF, Metalúrgica de Precisão, local onde foi realizado o estudo que serviu como base para a concretização deste trabalho.

#### **3.1. Dados históricos**

A TSF, Metalúrgica de Precisão iniciou atividade em 1995 com um capital inicial integralmente realizado de 2.244, 59 euros.

Em 2005 a empresa sofre alterações e passa a ser gerida por Fernando Moreira, Pedro Sousa e pela PROEF FGPS.

Em Junho de 2009 a sociedade GAMI SAS entrou com 20% no capital da empresa, procedendo-se ao aumento de capital para 750.000 €. Porém ainda em 2010 a GAMI SAS apartou sociedade.

Em Fevereiro de 2010 iniciou atividade a TSF ef (Angola), onde a TSF, Metalúrgica de Precisão detém uma participação de 50% [26].

#### **3.2. Ramo da atividade**

A TSF, Metalúrgica de Precisão é uma empresa vocacionada para o fabrico de peças maquinadas com a tecnologia de controlo numérico (CNC) [26].

Hoje em dia a TSF é uma referência no fabrico de peças maquinadas em CNC, CAD/CAM e Controlo dimensional. Sendo especializada neste tipo de tecnologia de precisão, a TSF possui competências a nível da produção e prestação de serviços, em sectores de atividade que vão desde as indústrias nuclear, robótica, automóvel, aeronáutica, química, petroquímica, alimentar, perfumaria e medicina [27].

#### **3.3. Grupo PROEF**

Desde 2003, o Grupo PROEF SGPS, S.A é uma sociedade gestora de uma vasta área de negócios, cujas participações são geridas através de quatro áreas de atividade, sendo todas diferentes entre si, mas todas se complementam de forma a promover um desenvolvimento sustentado e equilibrado do grupo, fruto do sucesso e crescimento potenciado pela empresa mãe, Eurico Ferreira, S.A. [28]. Na Tabela 9 são mencionadas as empresas de cada uma das áreas de actividade que constituem o Grupo PROEF SGPS, S.A.

**Tabela 9 – Empresas das diferentes áreas de actividade que constituem o grupo PROEF SGPS, S.A.**

	Empresas
<b>Engenharia</b>	Eurico Ferreira, S.A.; Westcable, Lda.
<b>Renováveis</b>	Solar Plus, S.A.; Probiomass; Ecorede; Stallep; Parque Eólico Vieira Cabreira, Lda; Parque Eólico do Zibreiro, Lda.
<b>Capital</b>	Imoef- Sociedade Imobiliária S.A.; Paljor, Lda; TSF, Lda; Seguramos- Corretores de Seguros, Lda.
<b>Internacional</b>	Eurico Ferreira Angola, Proef Energias de Angola; Vendap EF; TSF EF; Moinhos EF; Paeflux; Teltlantis; EFE Marroc.

### 3.4. Política de qualidade da empresa

#### 3.4.1. Visão

A empresa quer ser reconhecida pela qualidade dos seus serviços.

*“Queremos ser percebidos pelo mercado como fornecedor de referência. Pretendemos que a marca TSF seja sinónimo dos valores que defende” [27]*

#### 3.4.2. Missão

*“Garantir elevados níveis de excelência dos produtos e serviços, construindo uma relação de fidelidade com os clientes, sustentada no cumprimento rigoroso dos compromissos acordados.”*

*“Promover o desenvolvimento pessoal e profissional dos colaboradores, encorajando a iniciativa, a inovação, a produtividade e o empenhamento na concretização dos objetivos da Qualidade” [26].*

#### 3.4.3. Valores

A empresa é assente nos seguintes pilares:

- *Rigor na análise e execução dos projetos;*
- *Inovação constante, acompanhando a evolução tecnológica e dos mercados;*
- *Compromisso com o cliente;*
- *Qualidade em todas as fases de produção;*
- *Responsabilidade Ambiental e Social. [27]*



### 3.5. Certificação

A TSF, Metalúrgica de Precisão está certificada segundo a norma NP EN 9001:2000- Sistemas de Gestão de Qualidade- Requisitos.

### 3.6. Indicadores

#### 3.6.1. Recursos Humanos

Em Dezembro de 2011 a empresa dispunha de 53 colaboradores, sendo 48 homens e 5 mulheres.

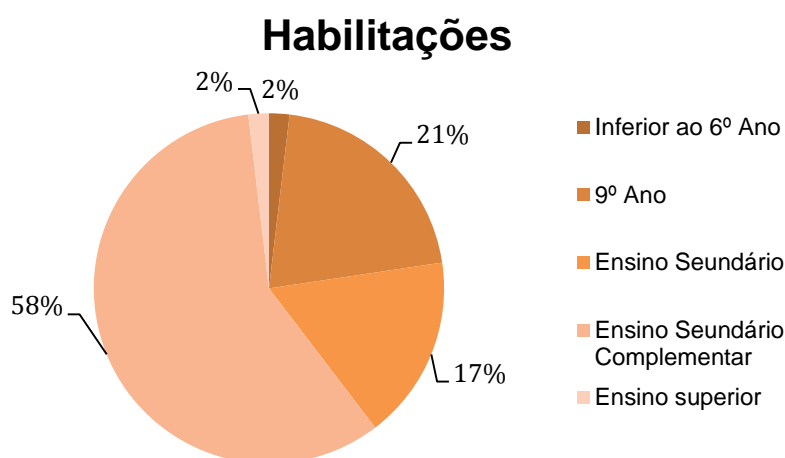


Figura 20 – Habilitações dos Colaboradores

Pela leitura do gráfico da Figura 20 verifica-se que cerca de 75% possuem o ensino secundário sendo que a maioria destes tem um curso técnico profissional. A maior parte dos colaboradores recebe um salário compreendido entre 500 e 750€.

#### 3.6.2. Mercado alvo

A produção da TSF, Metalúrgica de Precisão destina-se a diversos sectores de atividade como indica a Figura 21. A empresa exporta cerca 88% da produção, sendo a França o país onde se destina a maioria da exportação.

### Cientes por Indústria

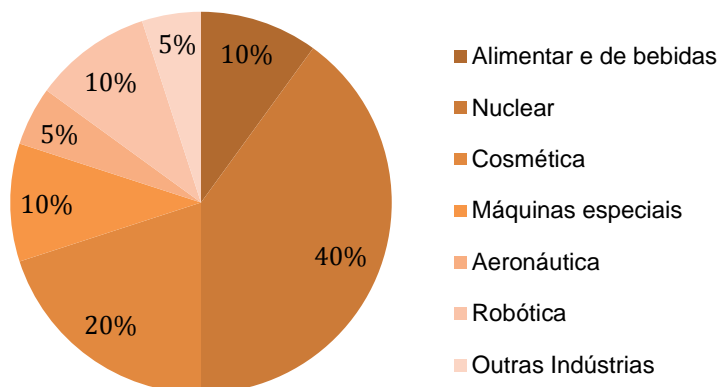


Figura 21 – Mercado alvo

Na Figura 21 verifica-se que a empresa presta serviços para diversos sectores de atividade, sendo os sectores de atividade nuclear, cosmética, alimentar e robótica o destino de grande parte da produção.

#### 3.6.3. Fornecedores

A TSF, Metalúrgica de Precisão conta com diversos fornecedores essencialmente portugueses. Os fornecedores podem ser divididos em três grandes grupos: fornecedores de matérias-primas, fornecedores de subcontratação de mão-de-obra (maquinagem de peças) e fornecedores de tratamentos térmicos. Os principais fornecedores estão identificados na Tabela 10.

Tabela 10 – Principais Fornecedores da Empresa

FORNECEDORES					
Matérias - Primas		Mão-de-obra		Tratamentos Térmicos	
Empresa	Localização	Empresa	Localização	Empresa	Localização
Baltazar Moura	Paços de Ferreira	Dedo Duplo	S. Pedro de Avioso	AnodFarbe	Santo Tirso
Chagas	Leça do Balio	Hidrauserv	St. Maria Avioso	F. Ramada	Celeirós
IMS Portugal	Ovar	Imepre	Ribeirão	Irene Almeida e Filhos	Lamelas
LaserGalicia	Espanha	José Cruz	Ribeirão		
Mecoxi	Espanha	Metalotrofa	Ribeirão		
O Feliz	Braga	MillMaj	Alvarelhos		
Poly Lanema	Ovar	Ruprec	Trofa		
Quantal	Póvoa de Varzim	Sá e Jacinto	V.N. Famalicão		
R.Andrade	Espanha	Sermec	Folgosa		
S.Roque	Riba de Ave	Serralharia Mário Sousa Pereira	Trofa		
Thyssenkrupp	Rio Meão	Tornitrofa	Trofa		
V Laser ON	Fajozes				
V.M.S.S.	Parada de Tondeia				

3.7. Layout

Na Figura 22 encontra-se representado o layout da TSF, Metalúrgica de Precisão.

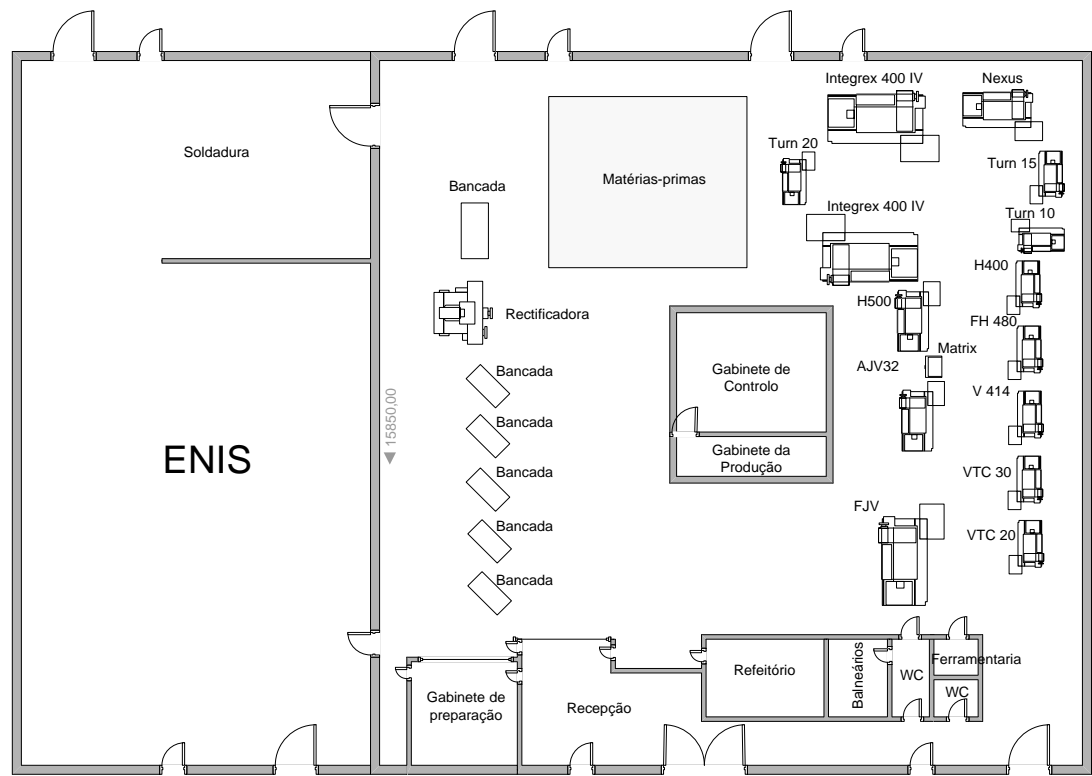


Figura 22 – Layout da TSF

Na Figura 22 está descrita a disposição de cada secção da empresa TSF. A secção dos tornos é composta pelo Integrex 400 IV, Nexus e tornos pequenos (turn 10, turn 15 e turn 20), os centros pequenos são compostos por centros verticais (V414, VTC30 e VTC 20) e centros horizontais (FH 480 e H400). Os centros grandes são compostos pelos centros verticais FJV e AJV32 e pelo centro horizontal H500.

### 3.8. Organigrama

A Figura 23 ilustra o organigrama da TSF, Metalúrgica de Precisão.

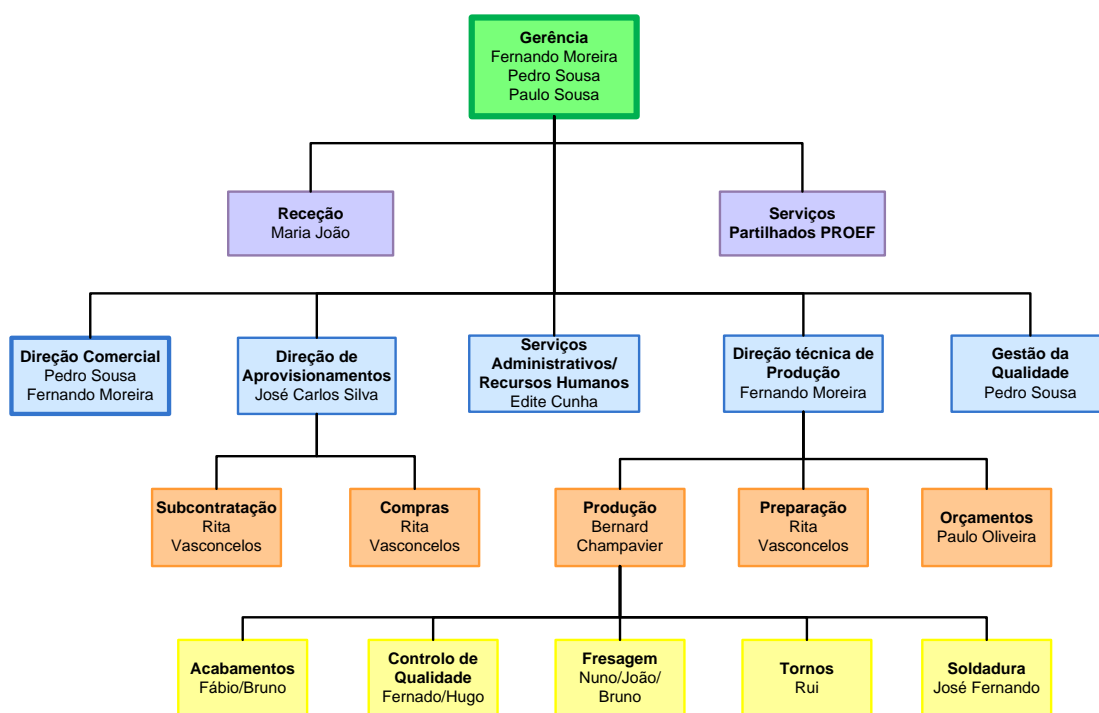


Figura 23 – Organigrama da empresa TSF

Note-se que segundo o organigrama da empresa o controlo de qualidade está sobre a chefia da produção tal como todas as outras secções produtivas (tornos, soldadura, fresagem e acabamentos).

#### 4. Funcionamento da empresa

Este capítulo é dedicado a todo o processo evolutivo que a generalidade das encomendas sofre, desde a fase de orçamentação, processos produtivos até à expedição. Todos estes processos são executados em departamentos estruturados para os efetuar. Na Figura 24 estão mencionados os departamentos da TSF.

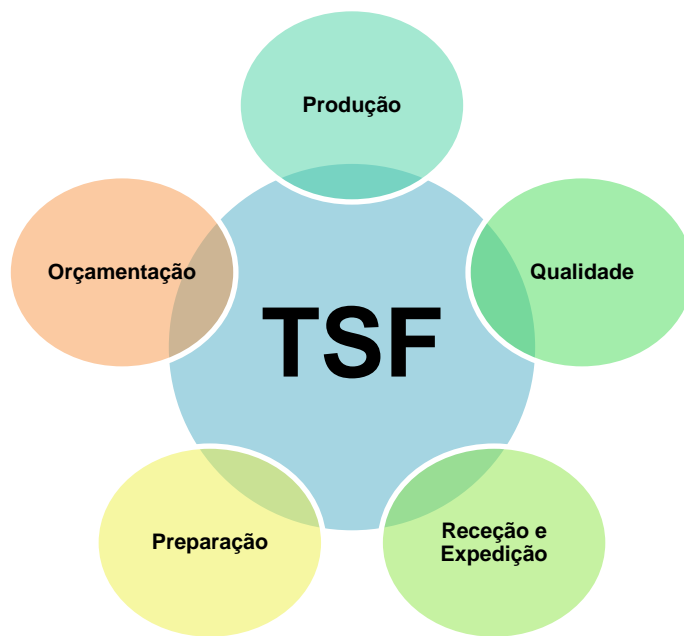
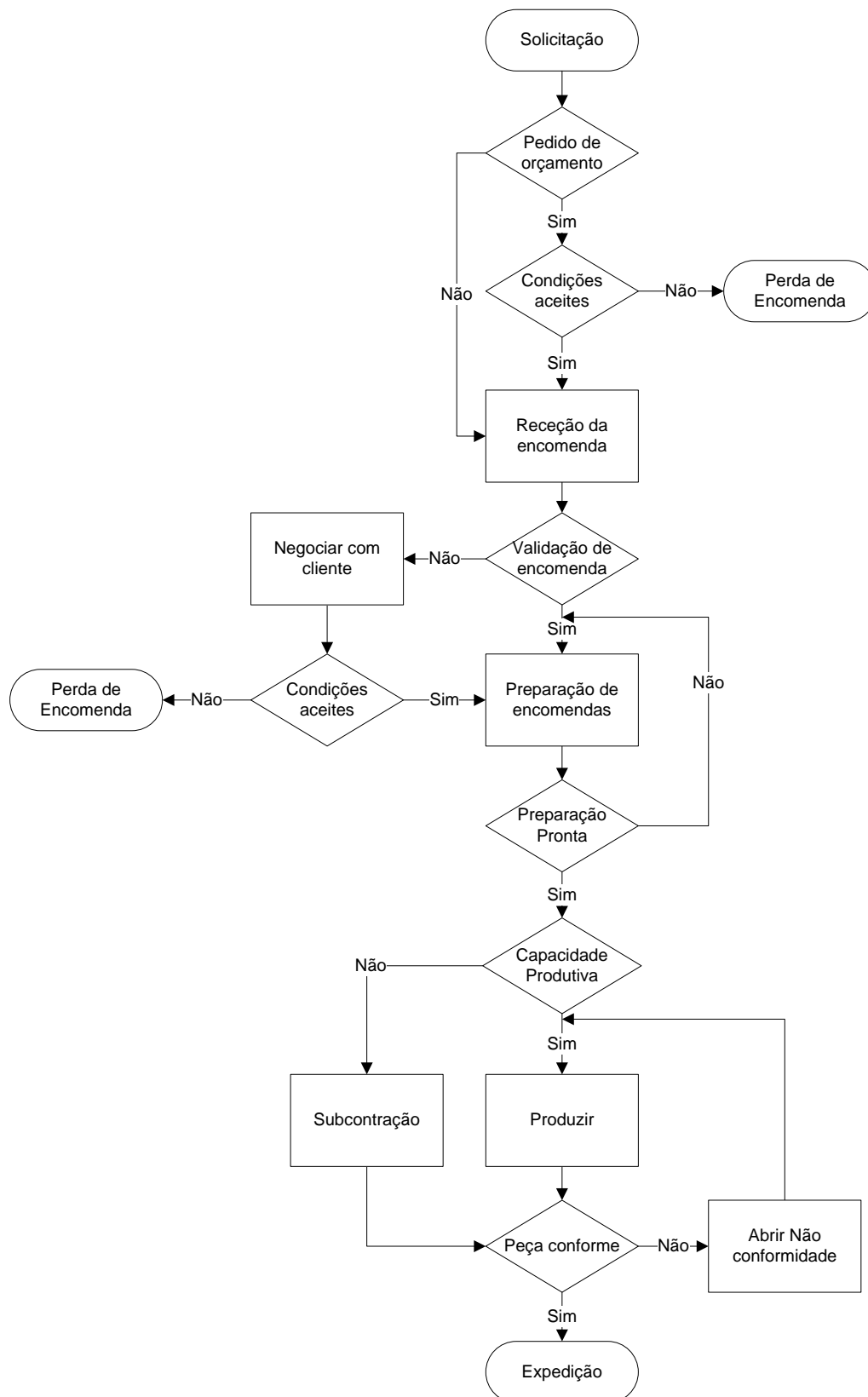


Figura 24 – Departamentos da TSF

Os departamentos indicados na Figura 24 são os departamentos responsáveis por todo o fluxo produtivo, desde a receção das encomendas até à expedição e entrega ao cliente.



**Figura 25 – Fluxograma de funcionamento (da empresa)**

Na Figura 25 está apresentado o fluxograma de funcionamento, onde são mostrados todos os passos que, geralmente uma encomenda sofre desde a solicitação do cliente até à sua entrega.

Os clientes efetuam uma solicitação à empresa através de um pedido de orçamento ou por ordem direta de fabrico através do envio de mensagem eletrónica ou por fax. Se a solicitação for entregue à orçamentação, será realizado um orçamento referente aos serviços pedidos. No entanto, se o cliente solicitar uma ordem de fabrico, a solicitação será tratada no departamento de preparação.

Após a solicitação de fabrico, a empresa analisa todas as encomendas e verifica se existem recursos e capacidade suficiente para cumprir todas as exigências dos clientes, nomeadamente: prazos de entrega, materiais, tratamentos térmicos, condições de pagamento, entre outros. Grande parte das encomendas recebidas para fabrico já foram anteriormente recebidas e analisadas pela orçamentação. Outras encomendas vêm com um preço indicativo estabelecido pelo cliente, que corresponde ao preço do componente que anteriormente foi produzido pela empresa. No entanto o responsável pela receção das encomendas verificará o preço de cada peça solicitada na encomenda. As restantes solicitações, que não foram orçamentadas nem possuem um preço estabelecido, são produzidas e no final será indicado o preço ao cliente. Nas encomendas, além do preço de cada componente e do desenho das peças, também é indicado o prazo que o cliente pretende para entrega das mesmas.

De seguida, as encomendas e os respetivos desenhos são impressos, para se proceder à sua validação e para se efetuar a devida preparação. É na fase de validação que um gerente, o responsável pela produção e o responsável pela preparação, tomam oficialmente conhecimento das encomendas. A encomenda é então validada, quando pelo menos duas das pessoas anteriormente referidas “assinarem” a encomenda. Se a encomenda não for validada, a empresa negociará com o cliente, para se chegar a um acordo. Se este acordo não se concretizar, a encomenda será imediatamente perdida.

Depois da validação da encomenda será realizada a respetiva preparação para prosseguir para a produção, cujo responsável avaliará a encomenda e a capacidade existente no momento para o processamento da mesma. Se não existir capacidade suficiente para satisfazer as necessidades da encomenda será efetuada uma solicitação ao exterior para prestação de serviços.

Independentemente da realização das encomendas (dentro ou fora da empresa), antes de enviar a encomenda ao cliente, todas as peças são verificadas para aferir a conformidade das especificações do cliente. Se as peças não estiverem de acordo com as especificações exigidas, será aberta uma ficha de não conformidade

e posteriormente a realização da sua correção. Depois de verificada a conformidade de toda a encomenda esta será expedida.

#### 4.1. Orçamentação

A orçamentação de encomendas além de ser o primeiro processo é também um dos processos mais importantes, pois é nesta fase que se define qual será o custo máximo da encomenda ou dos produtos a serem orçamentados. Uma má orçamentação com certeza terá consequências negativas para a empresa.

O responsável pela orçamentação é normalmente o primeiro colaborador da empresa a entrar em contacto com os novos clientes e como é sabido é neste primeiro contacto que muitas vezes se ganha ou se perde a confiança dos clientes.

A orçamentação é geralmente solicitada via mensagem eletrónica. Nesta mensagem o cliente envia os desenhos técnicos com as solicitações. Normalmente no orçamento também é solicitado o prazo previsto para execução das peças, quando a encomenda for adjudicada. Outras vezes são os clientes a exigir um prazo de entrega da encomenda em questão, e a TSF elabora o orçamento em função desse prazo.

A orçamentação é dividida em três fases. A primeira fase inicia-se quando o responsável pela orçamentação recebe a solicitação do cliente e imprime toda a informação necessária (desenhos técnicos, tratamentos térmicos, etc) elaborando um *dossier*. Posteriormente é realizada uma análise rigorosa a todos os desenhos técnicos da encomenda, até aos componentes constituintes, materiais, dimensões, tratamentos a efetuar e peso do componente. Após esta análise, inicia-se a segunda fase de orçamentação, em que o gerente da empresa com a sua experiência e conhecimento técnico de maquinaria define qual o preço final para cada componente. Por último o *dossier* é novamente entregue ao responsável pela orçamentação, que terá de realizar formalmente o orçamento no *Clipper*<sup>7</sup> para enviar ao cliente. Neste orçamento é sempre indicado o preço unitário de cada componente, juntamente com algumas observações, tais como: realização de determinado tratamento ou, material a utilizar.

Atualmente cerca de 30% dos orçamentos solicitados são adjudicados.

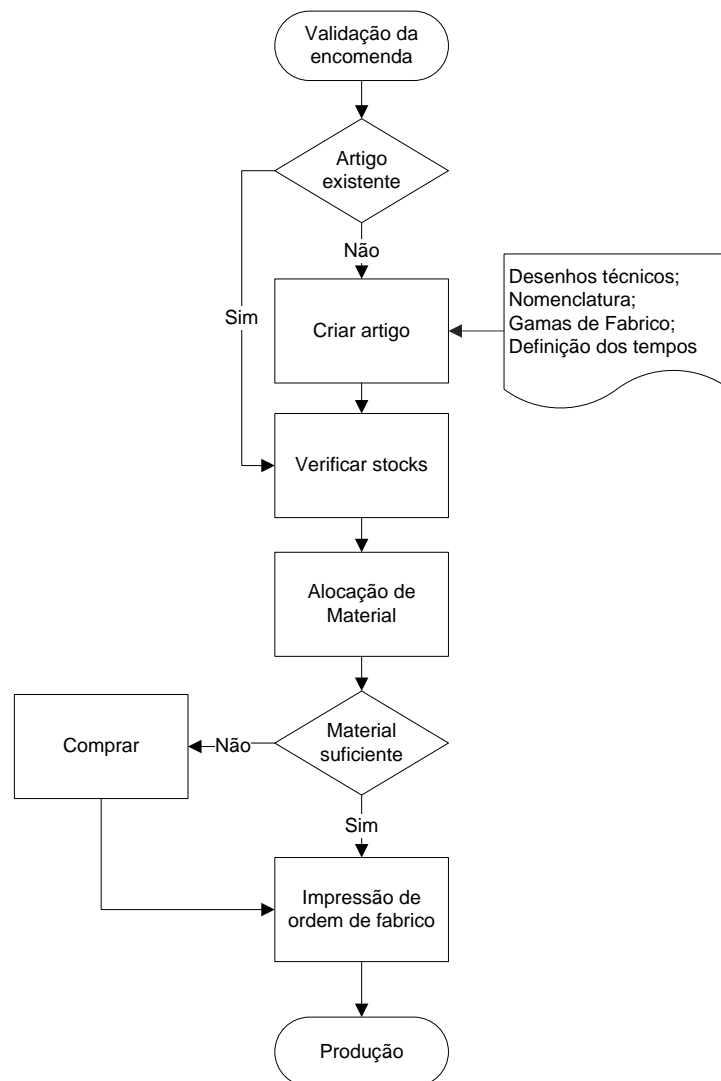
#### 4.2. Preparação das encomendas

O departamento de preparação é descrito pelo fluxograma da Figura 26.

---

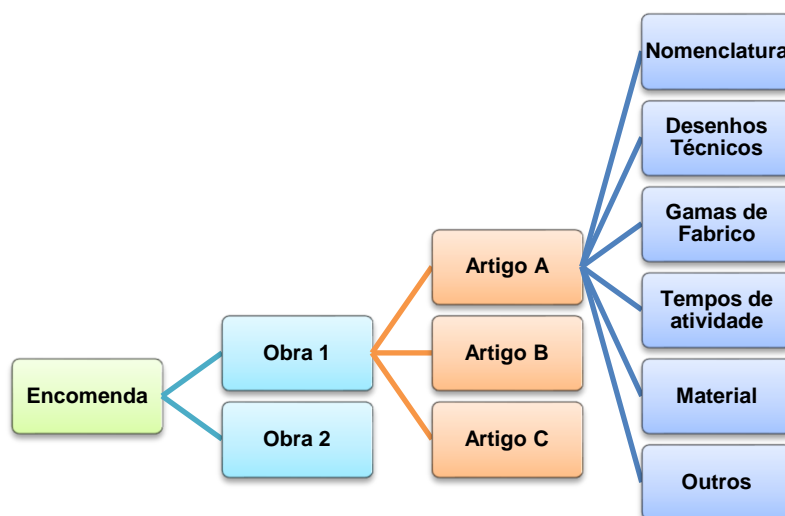
<sup>7</sup> Aplicado de gestão utilizado na empresa TSF, Metalúrgica de Precisão





**Figura 26 – Fluxograma de funcionamento da Preparação**

A preparação das encomendas inicia-se com a validação da encomenda e termina quando toda a encomenda entra em produção.



**Figura 27 – Ilustração da composição de uma encomenda**

Depois da validação, a preparação verificará se para as peças solicitadas já existem artigos criados, através do número de identificação do desenho. Se este artigo não existir terá que ser criado. Nas encomendas dos clientes são mencionadas as peças a produzir, as suas especificações, as quantidades e os respetivos prazos de entrega. As encomendas são compostas por uma ou mais posições, em que cada posição corresponderá a uma obra aberta pelo gabinete de preparação. Cada obra pode conter um (produção de um tipo de peça) ou mais artigos (conjuntos com peças diferentes), onde cada artigo corresponde a uma só peça normalmente identificada pelo número do desenho técnico. Cada artigo a produzir terá a sua própria nomenclatura, material, desenho técnico, gamas de fabrico, tempos de atividade, entre outras características (tratamentos térmicos, realização de testes, etc).

Posteriormente à criação dos artigos será verificada a existência no *stock* de produtos acabados para cada peça da encomenda. Caso não existam peças suficientes para satisfazer a encomenda, será verificada a existência de matérias-primas no *stock* para se proceder à produção e/ou se efetuará, caso necessário, a compra de componentes. Durante a verificação do *stock* de matérias-primas o é material reservado ao fabrico e caso não exista material suficiente para produzir uma peça, terá que se proceder à compra do material junto do respetivo fornecedor.

Após a alocação e reserva dos materiais será impressa uma gama de produção idêntica à do Anexo C. Quando existir material para execução, as encomendas entram em produção.

#### **4.2.1. Criação de artigos**

O artigo contém toda a informação e documentação necessária para a produção de determinado produto. Como se pode verificar na Figura 27, a cada artigo estão associados os desenhos técnicos para fabrico, a nomenclatura, as gamas de fabrico, os tempos de atividade para cada posto de trabalho ou os tratamentos térmicos, o material entre outras.

##### **4.2.1.1. Desenhos Técnicos**

Depois de recebida e validada a encomenda são criadas obras para cada posição da encomenda, a que são anexados todos os desenhos técnicos necessários para a fabricação do componente a fabricar, onde estão contidas todas as especificações exigidas pelos clientes.

#### **4.2.1.2. Nomenclatura**

Na nomenclatura são definidos os materiais e as quantidades de um determinado produto necessárias para a realização da obra anteriormente definida.

#### **4.2.1.3. Gammas de Fabrico**

Uma gama de fabrico não é mais que uma sequência otimizada de operações que permita obter o produto acabado [7], ou seja é definida a sucessão de tarefas necessárias para o fabrico de determinado artigo.

#### **4.2.1.4. Definição dos Tempos**

Depois de preparada a gama de fabrico, são definidos os tempos de cada atividade. A definição dos tempos é efetuada com base no conhecimento técnico e na experiência da pessoa que as define. Além disso na definição dos tempos também é necessário ter em conta o preço de venda acordado com o cliente, pois o custo de execução previsto de determinado artigo não deverá exceder o preço de venda, senão o artigo em questão apresentará prejuízos.

#### **4.2.2. Alocação do Material**

Após a criação dos artigos, procede-se à alocação do material para a obra. Antes de efetuar a alocação do material, é verificada a existência de *stocks* de produtos acabados em quantidade suficiente para satisfazer o pedido do cliente. Caso não existam em *stock* de produtos acabados, procede-se à alocação das matérias-primas e/ou à compra de componentes, em quantidades suficientes para o fabrico dos artigos. Para alocar o material na respetiva obra, inicialmente verifica-se a existência de material suficiente para produzir o artigo no *stock* de matérias-primas. Se não existir material suficiente para a produção, são efetuadas solicitações de preço a fornecedores, para depois se efetuar a compra mais vantajosa para a empresa, tendo em conta o preço e o prazo de entrega do material.

#### **4.2.3. Gama de Produção**

A gama de produção é o documento correspondente a cada obra, que contém toda a informação mencionada anteriormente, necessária para realizar cada uma das obras. As informações contidas na gama de produção são:

- Nº de encomenda;
- Nº de obra;
- Prazo do cliente;

- Quantidade de peças a produzir;
- Nome de Cliente;
- N° de desenhos;
- Material utilizado;
- Gama de fabrico;
- Tempo previsto para execução;
- N° de picagem<sup>8</sup> de cada fase de produção.

Este documento é amarelo, tem sempre o desenho técnico correspondente ao artigo anexado e acompanha o artigo durante toda a produção. Com a existência desta folha será possível identificar qual é a obra a que pertencem determinadas peças, qual é o prazo limite para a sua fabricação, qual o percurso que cada obra terá dentro da produção. Um exemplar desta folha pode ser observado no Anexo C.

### 4.3. Produção

O processo produtivo é aquele que transforma a matéria-prima no produto acabado, ou seja, é todo o processo responsável pela criação do valor do artigo final. O processo produtivo inicia-se quando a preparação entrega a gama de produção ao departamento de produção. Na Tabela 11 está apresentado um exemplo de uma gama de fabrico, onde é indicada a ordem pela qual as atividades devem ser executadas.

**Tabela 11 – Gama de Fabrico de uma peça**

	Designação	Tempo Previsto [h]
10	Compras	
20	Serrote	0,01
30	Torno Nexus	(subcontratação)
40	Torno 10/15/20	2
50	Centros Pequenos Verticais 414/20/30	1,5
60	Acabamentos	0,09
70	Fosfatação	0,01
80	Controlo/Embalagem	0,01

<sup>8</sup> Códigos introduzidos no sistema pelos operários, correspondente a uma fase da gama de produção

Analisando a gama de fabrico da Tabela 11 sabe-se que o serrote será o primeiro posto de trabalho, correspondente ao corte para depois a peça ser maquinada. Após a fase de corte, será subcontratado um serviço a uma entidade externa, que corresponde ao trabalho executado pelo torno Nexus na TSF. Quando a peça regressar da subcontratação, sabe-se que esta terá que ir a um torno realizar uma maquinagem, e de seguida vai a um centro de fresagem efetuar a última maquinagem. No final da maquinagem a peça segue para a secção dos acabamentos para os executar. Após os acabamentos a peça seguirá para o gabinete de controlo, onde será controlada para depois se enviar para o tratamento de superfície. Após o tratamento de superfície, a peça é novamente controlada para depois se embalar e enviar para o cliente. Na Figura 28 pode-se observar o espaço produtivo da TSF, Metalúrgica de Precisão.



**Figura 28 – Espaço produtivo**

O funcionamento do processo produtivo está descrito no fluxograma da Figura 29.

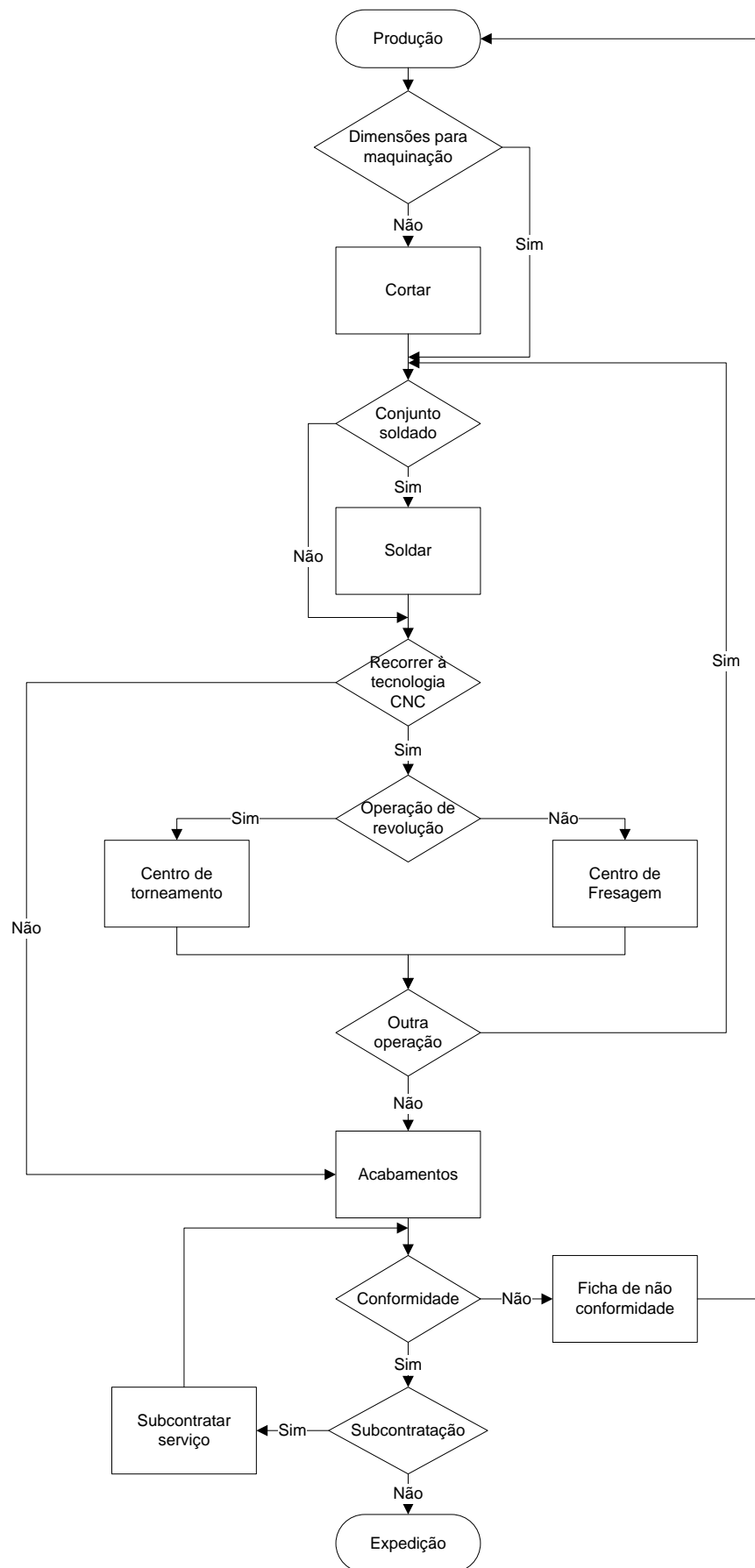


Figura 29 – Fluxograma de funcionamento do processo produtivo

Normalmente a primeira etapa do processo produtivo é o corte das matérias-primas para as dimensões especificadas na gama de produção. No caso de as peças serem fundidos ou fornecidas pré esboçadas por corte de laser ou oxicorte, estas geralmente vêm com as dimensões adequadas para a maquinagem e por isso é desnecessário efetuar a operação de corte.

Depois de controlar a matéria-prima poderá seguir para a soldadura, para os centros de maquinagem ou diretamente para os acabamentos. Se a peça for um conjunto soldado geralmente transitará para a secção de soldadura. A maior parte das vezes, depois de ter a matéria-prima com as dimensões adequadas, a próxima fase será executada junto de um centro de maquinagem. Normalmente, para o fabrico de peças de revolução, a matéria-prima ficará junto dos centros de torneamento e a restante, junto dos centros de fresagem. Porém, se não for necessário a soldadura e o recurso à tecnologia CNC as peças passam diretamente para os acabamentos.

Nos acabamentos, como o nome indica, realiza-se o acabamento das peças, sendo, por isso, grande parte das vezes a última secção de acréscimo de valor destas. Depois de acabadas, estas seguirão para o gabinete de controlo de qualidade, onde todas as especificações exigidas pelos clientes são verificadas. Caso alguma especificação não esteja conforme, será aberta uma ficha de não conformidade para resolver a não conformidade detetada.

No final do controlo da conformidade das peças, estas poderão ser sujeitas a um outro serviço externo, como por exemplo tratamento térmico ou, gravação laser, entre outros. Porém quando as peças regressarem à empresa terão que ser novamente controladas, para verificar a conformidade de todas as especificações impostas pelo cliente.

Após a validação da conformidade das peças a secção de expedição embala cada uma das peças e envia a encomenda para o seu destinatário.

#### **4.3.1. Torneamento**

A secção de torneamento (ver Figura 30) é composta por tornos CNC, que são utilizados essencialmente para o fabrico de componentes por revolução. Estes tornos apresentam diferentes características, indicadas na Tabela 12.

**Tabela 12 – Características dos equipamentos do centro de torneamento**

	Tipo	Ø Máx[mm]	X máx[mm]	Ferramentas	Vel.corte [rpm]	Motor [kW]	Eixos
<b>Integrex 400-IV</b>	Horizontal	760	1524	40	3300	33	5
<b>Nexus</b>	Horizontal	375	540	12	4000	26	4
<b>Turn 10</b>	Horizontal	254	500	16	3600	15	3
<b>Turn 15</b>	Horizontal	300	500	8	4500	15	2
<b>Turn 20</b>	Horizontal	300	446	8	5000	15	2

Além das características técnicas referidas na Tabela 12, cada torno apresenta o seu próprio custo de fabrico, que é diretamente proporcional ao custo de aquisição do equipamento, ao custo das ferramentas, à energia consumida e à manutenção, entre outras variáveis.

A TSF possui um exemplar de cada um dos equipamentos referidos na Tabela 12, à exceção do Integrex 400-IV, de que possui dois. Os Integrex 400-IV são os equipamentos com maior custo associado.

**Figura 30 – Secção de torneamento**

#### **4.3.2. Fresagem**

Todas as fresadoras que constituem a secção de fresagem (ver Figura 31) são de comando numérico e apresentam diferentes características, como se pode verificar na Tabela 13.



**Tabela 13 – Características dos equipamentos do centro de Fresagem**

	Tipo	X Máx[mm]	Y máx[mm]	Z máx[mm]	Ferramentas	Vel.corte [rpm]	Motor [kW]	Eixos
VTC-20	Vertical	1120	510	510	24	7000	11	4
VTC-30	Vertical	1660	760	660	48	8000	11	3
V-414	Vertical	559	406	457	48	8000	15	3
FH480	Horizontal	560	560	510	36	12000	22	4
AJV32	Vertical	1500	700	460	30	3150	15	3
H500	Horizontal	711	650	650	80	6000	15	4
H400	Horizontal	560	510	510	30	10000	11	4
FJV	Horizontal	3198	1400	584	30	6000	26	3

Tal como para os tornos, cada fresadora tem o seu custo associado, que é determinado da mesma forma que o anterior. A fresadora com maior custo na empresa é a FJV.

**Figura 31 – Secção de fresagem**

#### 4.3.3. Soldadura

Na secção da soldadura (ver Figura 32) são fabricadas construções soldadas de variadas dimensões.

**Figura 32 – Secção de soldadura**

Para isso esta secção tem ao seu dispor os equipamentos indicados na Tabela 14.

**Tabela 14 – Equipamentos existentes na soldadura**

	Quantidade
Aparelho de soldar MIG/MAG	4
Aparelho de soldar TIG	1
Torno convencional	2
Fresadora convencional	1
Prensa hidráulica	1
Mesas de soldadura	2
Bancadas para soldar	4

#### **4.3.4. Acabamentos**

A secção dos acabamentos (ver Figura 33) é normalmente a última secção do processo produtivo que acrescenta valor à peça. No acabamento, como o nome indica realizam-se as últimas operações das peças, remove-se rebarba indesejada, roscam-se peças ou efetuam-se furações.



**Figura 33 – Secção dos acabamentos**

Na secção de acabamentos existem os equipamentos indicados na Tabela 15.

**Tabela 15 – Equipamentos existentes na secção dos acabamentos**

	Quantidade
Lixadeira	2
Retificadora	1
Engenho de furar	2
Engenho de roscar	2
Esmeriladora	2
Máquina de decapar	1

#### **4.4. Controlo da qualidade**

Todas as peças que a TSF produz são controladas pelo gabinete de controlo da qualidade (ver Figura 34), onde a temperatura e a humidade são controlados para que os resultados obtidos nas medições sejam credíveis. O controlo das peças pode ser efetuado através de uma inspeção visual e/ou de medições nas peças, seguindo sempre as especificações mencionadas no desenho técnico que sempre acompanha a obra.

Se existirem séries com grandes quantidades de peças (mais de 20 unidades) será efetuado um controlo por amostragem, em que as peças são escolhidas aleatoriamente.

As peças que necessitam de cumprir determinadas especificações ou tolerâncias, são todas controladas pelo gabinete de controlo. O controlo de cada peça

é realizado de acordo com as especificações mencionadas no desenho técnico. Após o controlo é confirmada a conformidade ou não conformidade da mesma. Para isso o gabinete de controlo de qualidade tem à sua disposição os seguintes equipamentos: CMM (máquina de medição por coordenadas), colunas de medição bidimensional, paquímetros, micrómetros, sutas, calibres, esquadros, comparadores, rugosímetro, entre outros.



**Figura 34 – Controlo de qualidade**

Caso seja encontrada uma não conformidade, a peça será “devolvida” à produção. Se for possível recuperar a peça não conforme, esta será recuperada. Porém, se não for possível a recuperação da peça, esta é considerada “peça morta”<sup>9</sup> e consequentemente será fabricada uma peça nova em sua substituição.

Em algumas peças é feito um controlo intermédio, ou seja, é feito um controlo a uma peça que não está ainda terminada. Este controlo consiste na verificação do estado na peça em determinado ponto da sequência de fabrico. Normalmente este controlo é efetuado somente em peças que apresentam muitas horas de maquinagem ou em peças com preço da matéria-prima considerável.

#### **4.5. Tratamentos térmicos**

Os tratamentos térmicos são praticamente todos realizados por outras empresas, à exceção da fosfatação. Este tratamento é realizado pela empresa num pequeno espaço da área fabril.

A fosfatação é um tratamento químico efetuado em metais ferrosos e tem como principal objetivo provocar o aparecimento, na superfície, de uma camada fina de

---

<sup>9</sup> Peça sem recuperação possível. Necessidade de produzir peça nova

fosfato insolúvel. A finalidade deste tratamento é proteger o metal contra a corrosão, aumentar aderência a pinturas, facilitar a lubrificação e diminuir o atrito [29].

Este tratamento é obtido por imersão de peças metálicas em soluções aquosas de ácido fosfórico. Estas soluções são compostas por fosfato de zinco, ácido fosfórico, aceleradores e água.

#### 4.6. Expedição

Esta etapa ocorre sempre após a validação da conformidade dos componentes por parte do controlo de qualidade. Depois de validadas, as peças são embaladas e expedidas para o cliente. Na Figura 35 encontra-se representado o local que se destina a colocação dos produtos acabados.



Figura 35 – Prateleira para colocação de produtos acabados

Normalmente as encomendas são expedidas à sexta-feira de cada semana.

#### 4.7. Clipper

O *Clipper* é um aplicativo utilizado pela empresa para efetuar a gestão de todas as atividades. Este aplicativo permite a simplificação da troca de dados durante toda a atividade, ao distribuir a informação certa no momento certo ajudando na organização da empresa, por avaliar instantaneamente o seu desempenho [30].

Com o *Clipper* é possível recolher dados de todas atividades da empresa que afetam os diferentes departamentos, desde a administração, a contabilidade, as finanças, a preparação, as compras, a produção ou a qualidade e a expedição.

Este aplicativo começou a ser utilizado muito recentemente pela empresa (desde Abril de 2011). A utilização do *Clipper* permite:

- Gerir os clientes, fornecedores e funcionários;
- Gerir todas as encomendas e obras, fazendo o seu acompanhamento desde a sua receção até à entrega;
- Criar orçamentos, guias de remessa e faturas;
- Efetuar pedidos de cotações, as compras e verificar o estado das respetivas compras;
- Registrar e editar peças recorrentes;
- Gerir o *stock* de matérias-primas e de produtos acabados;
- Gerir as picagens;
- Validar as picagens, acompanhar a produção e efetuar a análise dos diferentes tempos;
- Consultar todas as informações adjacentes a cada encomenda (compras, custos, tempos de fabrico, materiais, desenhos técnicos, etc...);
- Elaborar e analisar fichas de não conformidade;
- Gerar um planeamento de atividades e analisar as cargas por cada posto de trabalho.

Este aplicativo é uma ferramenta poderosa que vem sendo uma mais-valia para a empresa. No entanto, as suas potencialidades ainda não estão devidamente exploradas ou desenvolvidas, pois o planeamento de todas as atividades inerentes à produção e ao controlo da produção, como a determinação de atrasos, da sequência de fabrico ou até de rendimentos de determinada secção produtiva, turno de trabalho, máquina ou até mesmo do próprio colaborador, ainda não são utilizadas pela empresa.

#### **4.8. Stocks**

A TSF possui quatro tipos de *stocks*, *stocks* intermédios, *stocks* de produtos acabados, *stock* de matérias-primas e *stock* de ferramentas, que de seguida serão exemplificados.

##### **4.8.1. Produtos acabados**

No *stock* de produtos acabados encontram-se todos os produtos finais produzidos pela empresa. Estes produtos estão acondicionados num espaço vedado como demonstra a Figura 36.



**Figura 36 – Stock de produtos acabados**

Os produtos armazenados, mesmo sendo produtos finais, apresentam custos para a empresa, daí a decisão de produção para *stock* ser uma das decisões importantes para o funcionamento da empresa, pois por vezes pode apresentar graves custos, mas por outras vezes pode ser uma mais-valia para o alívio da carga na produção.

#### **4.8.2. Matérias-primas**

O *stock* de matérias-primas (ver Figura 37) é o espaço onde estão armazenadas todas as matérias-primas, que se encontram em espera para entrar em produção.



**Figura 37 – Stock de matérias-primas**

#### **4.8.3. Ferramentas**

As ferramentas utilizadas nos centros de maquinagem são armazenadas na ferramentaria e no Matrix<sup>10</sup>. No matrix são armazenadas as ferramentas com maior utilização, como brocas, fresas e pastilhas de corte (no Anexo D estão mencionadas

---

<sup>10</sup> Dispositivo que permite armazenar diversas ferramentas



algumas dessas ferramentas). Na Figura 38 está representado o Matrix, produto exclusivo da *Iscar*<sup>11</sup>.



**Figura 38 – Matrix (Iscar)**

O Matrix permite o armazenamento individual de cerca de 400 ferramentas em locais diferentes, facilmente identificados. Com a utilização deste sistema de armazenamento é possível gerir de forma eficaz e em tempo real todas as ferramentas, de tal forma que quando determinada ferramenta estiver em risco de entrar em rutura de *stock*, o gestor do *stock* ou até mesmo o fornecedor será informado para recompor os *stocks*. Mais informações sobre o funcionamento do Matrix estão apresentadas no Anexo E.

#### **4.9. Fluxo típico de uma peça**

Na Figura 39 está representada a circulação típica de uma peça pela empresa.

---

<sup>11</sup> Empresa israelita especialista no fabrico de ferramentas de corte para a indústria metalomecânica





**Figura 39 – Ilustração do percurso típico de uma peça pela produção**

Grande parte das peças descreve o percurso indicado na Figura 39. A matéria-prima depois de recebida pela empresa é colocada num espaço que é designado por armazém de matérias-primas. Tipicamente a produção inicia-se no serrote, onde as matérias-primas são cortadas com as dimensões pretendidas. Depois de cortadas, as peças serão maquinadas, podendo a maquinagem ocorrer em diversas secções de fábrica (secção de torneamento, fresagem, soldadura ou acabamentos). No final da maquinagem as peças vão para o controlo de qualidade para verificar se as peças estão de acordo com as especificações do cliente. Depois da aprovação da conformidade das peças, estas são geralmente sujeitas a tratamentos térmicos, têmpera e fosfatação, por exemplo, dos quais só a fosfatação é realizada na empresa.

Depois de realizar o tratamento térmico as peças voltam ao controlo de qualidade para verificar as suas especificações. Após a verificação das peças, estas são entregues à expedição.

No próximo capítulo será realizada uma análise de dados recolhidos na empresa TSF, Metalúrgica de Precisão.

## 5. Análise de Dados

Neste capítulo serão analisados todos os dados que caracterizam o processo produtivo da empresa TSF Metalúrgica de Precisão. Para caracterizar o processo produtivo serão analisados indicadores relativamente aos prazos de entrega, à evolução das vendas, aos tempos previstos *versus* realizados, a repetibilidade dos produtos, a análise das não conformidades e o consumo de ferramentas. Todos os dados analisados foram obtidos do *Clipper* entre os dias 1 de Setembro de 2011 e 31 de Maio de 2012, com a exceção das não-conformidades que só foram obtidas do sistema a partir de 15 de Janeiro 2012, pois até à data não existiam registos. Os dados do consumo de ferramentas foram recolhidos entre 1 Janeiro e 22 de Maio de 2012.

### 5.1. Prazos de entrega

Um dos indicadores mais importantes de qualquer empresa é o cumprimento dos prazos de entrega estabelecidos com os clientes.

Quando os prazos não são cumpridos a satisfação do cliente diminui, com os aumentos dos atrasos. Os atrasos sucessivos das entregas das encomendas constituem um contributo negativo para a empresa, pois a sua imagem poderá ficar em causa e poderá ter que se sujeitar ao pagamento de coimas consoante o atraso ou, a uma possível perda de clientes.

Na Figura 40 estão apresentados os atrasos das encomendas em relação ao prazo inicialmente proposto. O atraso na entrega das encomendas é medido em relação ao montante previsto para faturação em determinada data. As classificações das entregas das encomendas foram efetuadas nos seguintes intervalos: Dentro do prazo (entrega até ao dia 4 depois do prazo proposto), uma semana de atraso (do dia 5 ao dia 11 após o prazo inicialmente estabelecido), duas semanas de atraso (do dia 12 ao dia 18 após o prazo de entrega), três semanas de atraso (do dia 19 ao dia 25 após o prazo de entrega) e com mais de três semanas de atraso (superior a 25 dias).

## Prazos de Entrega

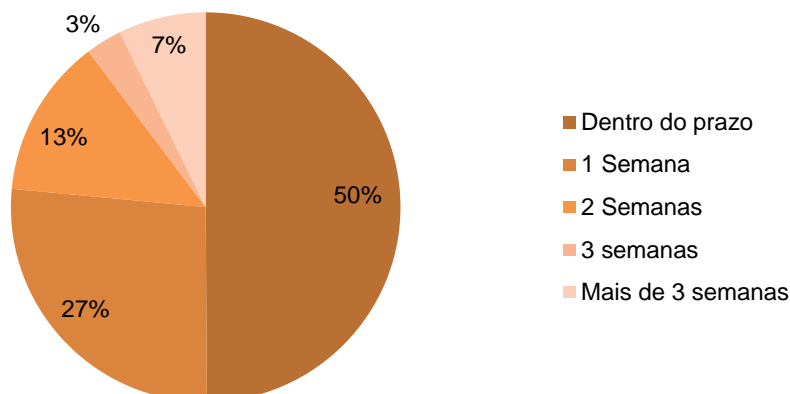


Figura 40 – Atrasos na entrega das encomendas

Pela leitura da Figura 40 verifica-se que somente 50% das encomendas são entregues dentro do prazo inicialmente proposto e 7% das encomendas são entregues ao cliente com mais de três semanas de atraso.

### 5.1.1. Fatores que influenciam os atrasos das encomendas

Os atrasos nas entregas das encomendas são originados por diversos fatores. Estes fatores vão desde práticas da gestão de topo (administração da empresa) até à gestão oficial, sendo que as ações que apresentam o maior impacto são as ações tomadas pela gestão de topo.

#### 5.1.1.1. Planeamento

Sem este documento torna-se difícil planear todas as atividades durante a semana de trabalho, para que no final da semana se possa efetuar a expedição como o previsto.

Torna-se portanto difícil programar a sequência ótima de atividades a efetuar durante todos os dias da semana, pois não existe nenhum documento, a que todos os colaboradores possam aceder, para saberem quais serão as suas tarefas ao longo do dia e quais são as prioridades.

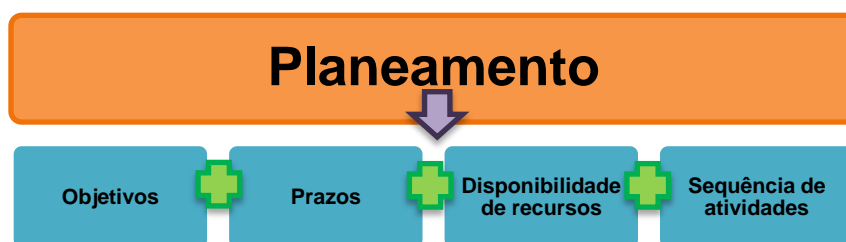


Figura 41– Informações presentes no planeamento

Na Figura 41 estão indicadas as principais informações contidas no planeamento. Atualmente, a informação que deveria estar num documento está na “cabeça” dos responsáveis dos departamentos. Desta forma torna-se muito difícil a gestão de todas as atividades da empresa, pois os humanos não conseguem assimilar, memorizar e processar tão vasta quantidade de informação. É por isso que o planeamento se torna um dos fatores responsáveis pelos atrasos das encomendas.

Atualmente o aplicativo de gestão utilizado pela empresa é capaz de elaborar um plano de carga para cada secção da gama operatória. O programa elabora o plano de carga em função da gama operatória e dos tempos previstos e introduzidos no sistema. Na Figura 42 está representado o plano de carga que é possível obter-se através do programa de gestão da empresa.

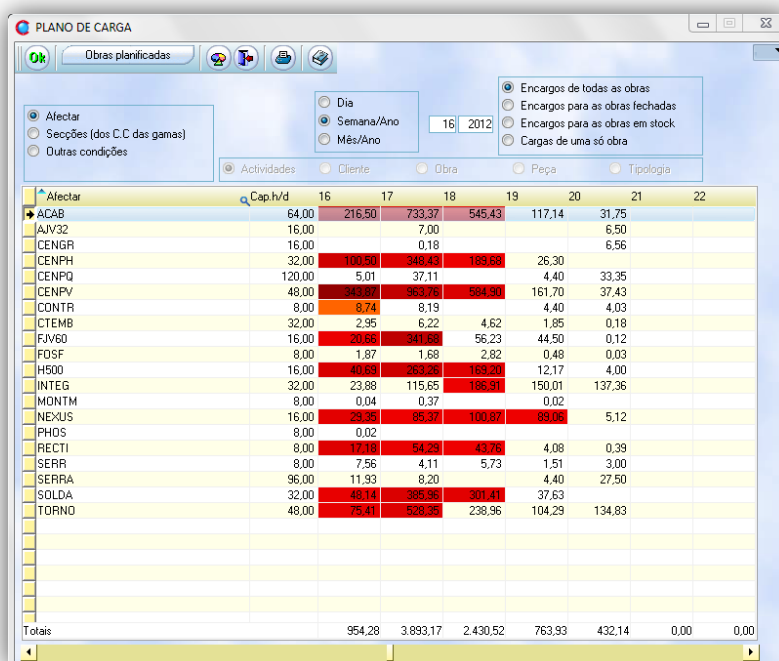


Figura 42 – Layout do Plano de carga

Na Figura 42 verifica-se que com o programa existente na TSF, Metalúrgica de Precisão é possível visualizar de forma rápida e eficiente quais são as fases existentes nas gamas operatórias em sobrecarga, através da coloração (a vermelho) das respetivas células. O programa permite determinar quais são as cargas por cada fase da gama operatória em função do dia, semana ou mês. As cores das células variam em função da sobrecarga, aumentando a tonalidade das células em função da sobrecarga, ou seja se as células estiveram brancas, a secção correspondente à gama operatória, teoricamente conseguirá realizar todas as atividades inicialmente previstas. No entanto, quando as células possuírem cores mais escuras, essa secção

não conseguirá realizar as atividades inicialmente previstas no tempo especificado. À medida que a cor se torna mais escura a probabilidade de realizar as tarefas inicialmente previstas diminui.

#### 5.1.1.2. Gestão de *stocks*

O aplicativo de gestão utilizado pela empresa permite controlar em tempo real as movimentações dos *stocks*. A gestão dos *stocks* não é ideal, pois o *stock* de matérias-primas não é visto com muita segurança por parte do gabinete de preparação, porque o *stock* real não condiz com o *stock* existente no sistema. Como resultante da divergência de valores entre o *stock* real e o indicado no programa de gestão, acontece que por vezes quando o posto de serrote necessita das matérias-primas para cortar, se depara com a inexistência de material em quantidade suficiente para satisfazer a procura, e daí resultam atrasos na execução dos trabalhos.

O colaborador que realiza a extração das matérias-primas é geralmente o mesmo que corta todo material para abastecer as máquinas. Este colaborador corta somente o material necessário para cada obra, que vem mencionada na Gama de Produção que acompanhará a obra. Depois de cortar o material é realizada a extração no sistema. Na Figura 43 está representado o posto de serrote, onde é possível visualizar as matérias-primas e o computador onde é efetuada a extração e o material já cortado.



Figura 43 – Posto de serrote

O descontrolo do *stock* de matérias-primas deve-se logicamente à remoção de material sem que este seja devidamente extraído do sistema. Geralmente isto sucede quando ocorre uma não conformidade.

A discrepância entre o *stock* real e o *stock* existente no sistema, aumenta com a remoção de material não extraído do sistema e consequentemente a confiança no *stock* do sistema decresce, tornando muitas vezes inútil para quem trabalha diariamente com ele.



**Figura 44 – Produtos não contabilizados no *stock***

O *stock* dos produtos acabados como mostra a Figura 44 apresenta uma menor discrepância que o *stock* de matérias-primas, porque este se encontra vedado e acesso é o seu acesso é condicionado. A discrepância deste *stock* deve-se à não atualização “instantânea” do *stock*, ou seja o colaborador responsável pela sua atualização tem outras tarefas importantes para realizar, tais como receção de matérias-primas e ferramentas, o corte de matérias-primas, a embalagem e expedição. A não actualização do *stock* atrasará a preparação, pois muitas vezes a preparação terá que se dirigir ao *stock* para verificar se existe ou não determinado produto, quer nos produtos acabados quer nas matérias-primas.

#### **5.1.1.3. Preparação**

O atraso do processamento da preparação das encomendas para produção também poderá por em causa o atraso da entrega das encomendas ao cliente, pois o atraso na preparação irá provocar inevitavelmente um atraso da produção.

Os atrasos de preparação devem-se à gestão ineficiente dos *stocks*, pois quem está a realizar a preparação não tem total confiança no *stock* do sistema, pelos motivos referidos em cima. O atraso também se pode dever à falta de recursos humanos e/ou falta de formação para utilização de forma eficaz do aplicativo de gestão utilizado pela empresa (*Clipper*). O facto da alocação das matérias-primas, as consultas de orçamentos a fornecedores e as compras serem realizadas pela mesma pessoa pode ser um dos motivos do atraso da preparação, pois com os aumentos das

encomendas a sobrecarga de trabalho sobre essa pessoa aumenta assim como a probabilidade de não efetuar a melhor preparação. A falta de procedimentos e de rotinas faz com que esta fase esteja dependente de uma pessoa, o que não é benéfico para empresa, pois caso esta pessoa se ausente por algum período de tempo, a preparação será inevitavelmente atrasada. O contacto e confiança que esta pessoa estabelece com os fornecedores, mais nenhuma na empresa a tem. Assim as consultas efetuadas aos fornecedores, poderão estar hipotecadas.

Por vezes a preparação praticada para determinada obra não é a melhor, possivelmente fruto de recursos e da sobrecarga anteriormente referidos. Depois isto reflete-se na troca de materiais, corte em quantidades insuficientes para maquinaria, compras não feitas de determinados produtos, entre outros, que posteriormente se refletem em atrasos e prejuízos para a empresa.

#### 5.1.1.4. Falta de recursos

Se todos os recursos necessários para a realização de determinada encomenda não estiverem disponíveis a tempo, provavelmente essa encomenda não estará pronta no prazo inicialmente previsto.

Os recursos que geralmente faltam para realização de determinada obra são:

- **Matéria-prima:** deve-se à discrepância entre o *stock* real e o *stock* mencionado no sistema, pelas razões referidas anteriormente, à realização tardia da encomenda ao fornecedor, assim como a forma que é executado o pagamento aos fornecedores, que pode levar com que fornecedores dêem preferência no fornecimento de matéria-prima a outras empresas em detrimento da TSF Metalúrgica de Precisão;
- **Ferramentas:** a falta de ferramentas deve-se à quebra do *stock* e não disponibilização atempada de ferramentas especiais que são adquiridas para realização de determinada operação.
- **Instrumentos de medição:** para certas peças necessita-se de instrumentos especiais. Por vezes é necessário efectuar roscas especiais e a empresa não tem em sua posse o calibre que servirá para verificar se a rosca cumpre os requisitos exigidos.

#### 5.1.1.5. Atividades morosas

As atividades morosas resultam dos atrasos na realização das atividades ou surgimento de alguma anomalia durante a sua realização. A duração das atividades de uma determinada obra é diretamente proporcional à complexidade da peça em

questão, da dificuldade das operações utilizadas, juntamente com a quantidade de peças a produzir por obra.

As atividades morosas podem ser originadas nas seguintes situações:

- **Preparação:** a preparação poderá também ela ser uma atividade morosa, pelos fatores anteriormente referidos;
- **Maquinagem:** a maquinagem de determinadas peças pode-se tornar morosa derivado a diversos fatores, desde:
  - **Número de apertos:** depende do número de superfícies a maquinar e da disponibilidade dos equipamentos para maquinagem;
  - **Preparação da máquina:** depende do número de operações a efetuar (desbaste, roscagem, chanfres, concordâncias, etc..), do número de ferramentas (fresas, brocas, mandris, cones, etc...), complexidade e da fixação das peças na mesa para depois se proceder à maquinagem;
  - **Ferramentas:** A utilização das melhores ferramentas faz com que as velocidades de maquinagem possam ser maiores e consequentemente menos morosa. No entanto, o custo destas ferramentas é mais elevado. Como nem sempre é possível ter as ferramentas ideais para realizar determinada operação, cabe ao operador selecionar as melhores ferramentas disponíveis, caso contrário a maquinagem de determinada obra pode demorar bem mais do que aquilo que estava previsto;
  - **Código G:** quanto maior for a complexidade da peça maior será a extensão do código G. Como o código G é escrito no monitor da própria máquina, a probabilidade de ter esta parada para executar a devida programação é grande, e com isso maior será o tempo morto da máquina e consequentemente maior será a duração da atividade;
  - **Material:** a dureza do material e quantidade de material a remover é diretamente proporcional a duração das operações, por isso a utilização das ferramentas adequadas é fundamental;
- **Controlo dimensional:** quanto maior for a complexidade da peça, mais moroso é o controlo dimensional, sendo por vezes necessária a realização de controlos dimensionais intermédios. A duração do



controlo dimensional também é diretamente proporcional ao rigor exigido na elaboração de determinada peça;

- **Operações imprevistas:** a ocorrência de operações inicialmente imprevistas também afeta a duração das atividades. São exemplo destas operações a soldadura de imperfeições, o endireitamento de peças, a remoção de machos partidos, entre outras.

#### 5.1.1.6. Fornecedores

As relações que as empresas possuem com os seus fornecedores são cada vez mais importantes para a competitividade das mesmas empresas. Os atrasos tanto podem ocorrer pelos fornecedores de matérias-primas, subcontratação de mão-de-obra ou de tratamentos térmicos. Os atrasos destes fornecedores poderão comprometer a entrega das encomendas aos clientes e os principais fatores responsáveis pelos atrasos são os seguintes:

- **Encomendas tardias:** os atrasos das entregas por parte dos fornecedores devem muitas vezes ao atraso na realização da encomenda ao fornecedor. Este atraso é geralmente provocado por preparação tardia;
- **Disponibilidades do fornecedor:** os fornecedores nem sempre têm a disponibilidade exigida e esperada pela empresa. Caso o fornecedor seja responsável pela realização de mão-de-obra, ou de algum tratamento térmico, o atraso da encomenda poderá também dever-se à falta de capacidade ou organização que esse fornecedor demonstrar;
- **Qualidade:** o fornecimento de materiais, serviços ou produtos com pouca qualidade também coloca em causa a entrega da encomenda nos prazos previstos. Quando os fornecedores não têm recursos ou capacidade tecnológica necessária para realizar determinados serviços, isto leva a que estes sejam prontamente rejeitados pelo controlo de qualidade, ou seja o serviço será novamente efetuado pela mesma entidade externa ou outra entidade, ou até mesmo pela própria empresa, sobrecarregando a produção;
- **Desconhecimento de outros fornecedores:** faz com que a empresa esteja sempre dependente dos mesmos fornecedores, isto prende-se fundamentalmente com qualidade que estes novos fornecedores

poderão fornecer, pela distância física e pelos prazos de entrega apertados da empresa para determinados serviços;

- **Atrasos na produção:** normalmente as subcontratações de mão-de-obra e de tratamentos térmicos estão dependentes das atividades de produção, ou seja, as peças só poderão ser enviadas para os fornecedores quando todas as atividades tiverem sido executadas na empresa. Normalmente, para cada fornecedor existe um *lead time* mínimo, que é o tempo que determinado fornecedor necessita para realizar determinado serviço;
- **Método de pagamento:** a forma como é realizado o pagamento a cada fornecedor também contribui para o atraso das encomendas. Por exemplo, se existir outra entidade a pedir ao mesmo fornecedor, um outro serviço para o mesmo prazo de entrega, e se a outra entidade oferecer melhores condições de pagamento, possivelmente o fornecedor dará preferência à entidade que lhe fornece melhores condições, o que poderá colocar em causa a entrega da encomenda nos prazos previstos.

#### 5.1.1.7. Manutenção

A manutenção na TSF, Metalúrgica de Precisão corresponde geralmente a uma manutenção corretiva, ou seja, não existe nenhum plano que permita efetuar a manutenção preventiva a determinada máquina. Por isso, quando surge uma avaria numa máquina esta fica parada e geralmente este tipo de avarias surge em alturas inesperadas.

A paragem das máquinas corresponde sempre a momentos improdutivos e além disso contribuem diretamente para a sobrecarga da produção, tornando mais um factor para os atrasos de entregas das encomendas aos clientes.

#### 5.1.1.8. Fluxo de informação

A comunicação ou a falta desta entre os diferentes níveis hierárquicos pode levar também a atrasos das encomendas. Se as informações, os objetivos e prioridades não forem definidos de forma clara, a não suscitar qualquer dúvida por parte dos responsáveis, o risco de não ter a empresa focada no mesmo objectivo é superior.

Se todos os elementos que constituem a empresa não tiverem todos focados no mesmo objetivo, dificilmente serão cumpridos os objetivos e prazos propostos. Para

que seja possível cumprir-se estes objetivos e prazo, é necessário que as informações sejam passadas entre os diferentes níveis hierárquicos de forma simples, eficaz e objetiva.

#### **5.1.1.9. Motivação**

A motivação é também uma das principais causas responsáveis pela produtividade de uma empresa. Os recursos humanos é um dos maiores pilares de uma empresa. Como o nome indica estes recursos não são constituídos por máquinas, mas sim por pessoas com diferentes personalidades. Todas estas pessoas são alimentadas pela motivação, pela força e vontade de realizar determinada atividade. A motivação é tanto influenciada por fatores internos (reconhecimento do seu trabalho) como por fatores externos (bem estar social). Os fatores de motivação externos são os mais difíceis de controlar. Por outro lado, é nos fatores internos que a empresa pode intervir.

Os colaboradores devem sentir-se sempre confiantes e seguros na realização do seu trabalho. Além disso, devem sentir que o seu trabalho é uma mais-valia para a empresa e para eles próprios. O colaborador sentir-se-á bem se o seu trabalho for reconhecido pelos seus superiores.

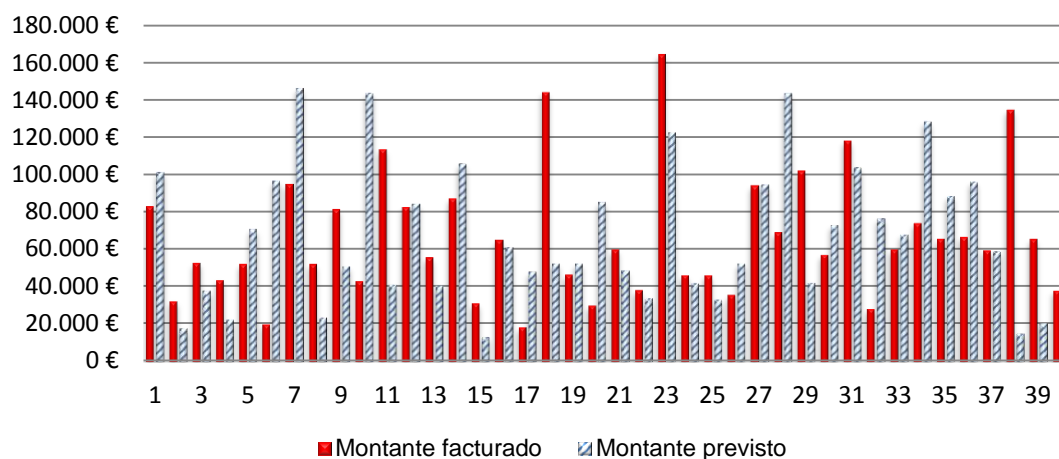
De um modo geral, o nível de motivação dos funcionários da empresa não é dos melhores, pelos motivos a cima referidos, pois muitas vezes eles sentem que o seu trabalho não foi devidamente reconhecido pelos seus colegas e superiores. Por vezes a falta de comunicação entre os departamentos e o não cumprimento dos objetivos inicialmente definidos, contribui de forma indireta para o nível de motivação de cada colaborador.

A não existência de prémios por objetivos ou de desempenho são também fatores que condicionam a motivação de cada funcionário, pois em algumas situações eles sentem-se injustiçados, comparativamente com outros funcionários, pois vêm que esses não tiveram o mesmo rendimento, o mesmo esforço e a mesma dedicação, no entanto o reconhecimento que tiveram foi o mesmo ou até melhor.

#### **5.1.2. Consequência dos atrasos**

Como possíveis consequências dos atrasos das entregas das encomendas aos clientes podem-se destacar o pagamento de coimas e a credibilidade da empresa no mercado. Para a empresa os atrasos podem reflectir-se na irregularidade das vendas, que são representadas no gráfico da Figura 45.

## Evolução das vendas



**Figura 45 – Evolução semanal das vendas (montante previsto vs montante facturado)**

Como se pode verificar na Figura 45 os montantes facturados como resultado da venda das encomendas são bastante irregulares ao longo das várias semanas. Esta irregularidade deve-se essencialmente a dois fatores; às irregularidades das solicitações dos clientes para as diferentes semanas e/ou ao atraso na entrega das encomendas aos clientes.

A faturação média realizada desde o dia 1 de Setembro de 2011 até 31 de Maio de 2012 é 66.500 €/semana. A faturação semanal está longe de ser constante e uma consequência disso são os diversos picos visíveis na Figura 45. As variações das vendas vão desde os 18.500 € obtidos na semana 17 e os 164.600 € obtidos na semana 23. Estes grandes desnivelamentos devem-se à não realização de forma eficaz do planeamento. Porém, estes desnivelamentos também se ficam a dever à variação da procura por parte dos clientes. No entanto, a não existência de um documento com o planeamento também poderá ser o principal responsável por este facto, pois quando fosse realizada a aceitação das encomendas para determinada data, com o correto planeamento já era possível prever se era ou não possível entregar essa encomenda no prazo estabelecido e se não o fosse, tentar negociar uma nova data em que a procura não fosse tão acentuada.

Uma consequência quer dos atrasos nas entregas das encomendas, quer na irregularidade das vendas, é a disponibilidade financeira da empresa, pois a empresa terá que cumprir com as suas obrigações perante os seus fornecedores, segurança social, estado, colaboradores, entre outros.

Estes atrasos funcionam normalmente como uma “bola de neve”, ou seja, se em determinada semana houver atrasos significativos, a probabilidade de entregar a

tempo e horas as encomendas das semanas seguintes é reduzida, o que afetará a carga de produção semana após semana. A acumulação de atrasos também poderá contribuir de forma negativa para o crescimento da empresa, pois condiciona a aceitação de encomendas por parte de novos clientes, que no futuro se poderiam tornar num forte parceiro ativo da empresa.

## 5.2. Tempos previstos vs realizados

Pretende-se com a análise de tempos previstos vs realizados, verificar se a maioria dos tempos previstos para a elaboração da gama operatória são maioritariamente cumpridos. Esta análise é efetuada através dos dados obtidos pelo aplicativo de gestão da empresa em cada posto de trabalho.

Os tempos obtidos correspondem à picagem que é caracterizada pela fase da gama operatória de cada obra. A picagem de cada fase é realizada pelo funcionário que irá realizar a atividade, que terá de indicar o início e fim de atividade.

Os postos de trabalho analisados são os acabamentos, os centros grandes, centros pequenos, integrexs, nexus, tornos pequenos e soldadura. A relação entre os tempos previstos e realizados nestes postos está mencionada na Figura 47. A Figura 47 foi elaborada da seguinte forma (na Figura 46 estão ilustrados estes intervalos de tempo):

- Produção de 50% a 100%: São quantificadas as atividades que demoraram menos de metade do tempo em relação ao inicialmente previsto;
- Produção de 15% a 50%: São quantificadas as atividades que tiveram uma duração inferior ao previsto, ou seja foram quantificadas as atividades que demoraram menos 15% até metade (50%) do tempo em relação ao inicialmente previsto;
- Produção de -15% a 15%: São quantificadas as atividades que tiveram uma duração superior em 15% e uma duração inferior em 15% relativamente ao inicialmente previsto;
- Produção de -50% a -15%: São quantificadas as atividades que tiveram uma duração superior ao inicialmente previstas, compreendidas em 50% e 15%;
- Produção de -100% a -50%: São quantificadas as atividades que tiveram uma duração superior ao inicialmente previstas, que demoraram o dobro (100%) que inicialmente estava previsto e 50%;

- Produção -200% a -100%: São quantificadas as atividades que tiveram uma duração superior ao inicialmente previstas, que demoraram o triplo (200%) que inicialmente estava previsto e o dobro (100%);
- Produção de -500% a -200%: São quantificadas as atividades que tiveram uma duração superior ao inicialmente previstas, que tiveram uma duração compreendida entre 200 e 500%;
- Produção inferior a -500%: São quantificadas as atividades que tiveram uma duração superior a seis vezes mais (500%) que o inicialmente previsto;

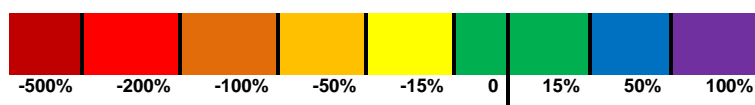


Figura 46 – Ilustração das diferenças de tempos entre o realizado e inicialmente previsto

## Tempos Previstos vs Realizados

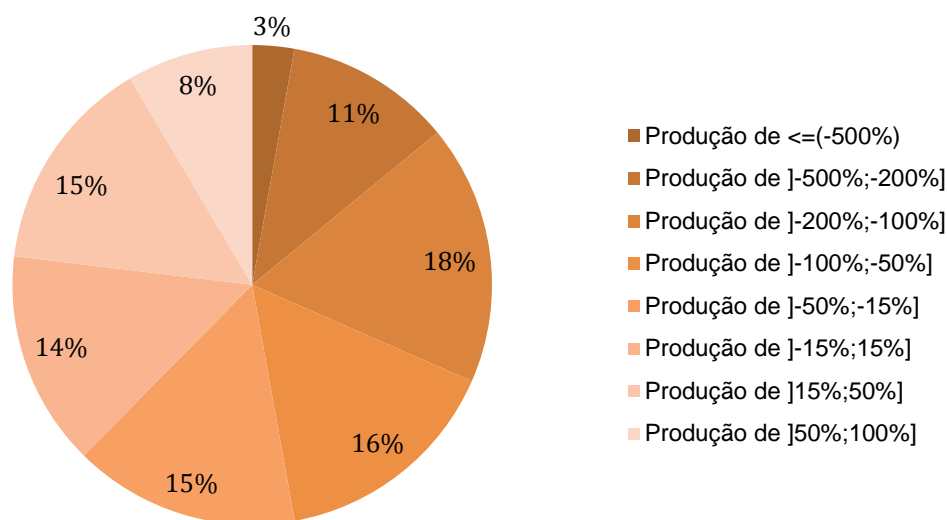


Figura 47 – Relação entre tempos previstos e tempos realizados

Como se pode verificar no gráfico da Figura 47 que a relação entre os tempos previstos e os tempos realizados de uma determinada atividade no respetivo posto de trabalho supera em muito o tempo previsto para a realização da mesma. Este facto irá ter um impacto direto no atraso da entrega das encomendas, na sobrecarga dos respetivos postos de trabalho e nos prejuízos adjacentes à obra em questão.

Repare-se que cerca de 63% (3+11+18+16+15) do número de atividades previstas demoram mais tempo a serem executadas que aquele tempo que estava inicialmente previsto. Cerca 3% das atividades chegam a demorar cerca 6 vezes mais tempo a serem realizadas, comparativamente com o previsto e somente 14% (]-15%;15]) das atividades demoram aproximadamente o tempo previsto.

### 5.2.1. Fatores de discrepância entre os tempos previstos e realizados

A grande discrepância entre os tempos previstos e os tempos realizados tem origem nos seguintes fatores:

- **Tempos mal definidos:** na preparação da gama operatória os tempos definidos para cada atividade poderão ser insuficientes. Os tempos previstos de maquinagem são definidos com base na experiência de quem os define. O erro de previsão do tempo de maquinagem irá aumentar com o grau de complexidade das peças, do número de atividades adjacentes a cada obra e com a quantidade de peças a produzir;
- **Má orçamentação:** indiretamente a má orçamentação é uma das causas da discrepância de tempos, pois irá condicionar os tempos previstos para as atividades pelos motivos já referidos. Este condicionamento irá ele também colocar em causa a sobrecarga da produção e o conseqüente atraso no envio da encomenda ao cliente;
- **Sequência de atividades:** o mau planeamento da sequência das atividades em cada posto de trabalho pode levar a uma discrepância na duração das atividades. Por exemplo, se em determinado centro estiverem a ser utilizadas certas ferramentas ou dispositivos de aperto durante a maquinagem, a escolha da próxima obra deverá ser feita em função da obra em execução, de forma a otimizar os tempos de preparação da máquina. Por vezes os operadores não sabem qual será a próxima atividade a ser realizada, por causa da não definição de forma clara de todas as atividades (registo do planeamento);
- **Métodos de trabalho:** os métodos de trabalho variam de pessoa para pessoa. Por isso, existem certos operadores que apresentam maior rendimento do que outros, porque já têm maior experiência, já conhecem melhor as potencialidades da máquina a operar, as ferramentas e recursos que têm à sua disposição. Pelo facto de o

operador não saber qual será a próxima atividade a realizar, este não poderá preparar devidamente a máquina. Ou seja, ele não saberá se o código G já estará pronto, não saberá quais serão as ferramentas necessárias, assim como os dispositivos de aperto que serão utilizados. Como são os chefes de máquina os responsáveis pelo sequenciamento das atividades nas suas máquinas, são estes que decidirão a sequência das atividades, o que não é uma mais-valia para a empresa, pois implica que todos operadores estejam dependentes da decisão momentânea do seu chefe. Se por alguma razão o chefe de máquina não estiver disponível, o operador vê-se obrigado a esperar por uma decisão do seu chefe e enquanto isso a máquina e o operário em questão não produzem;

- **Recursos:** a empresa trabalha em três turnos. No entanto no turno da noite só existem três ou quatro operários a trabalhar, todos eles nas máquinas CNC. O que acontece é que muitas vezes, e principalmente no turno da noite existe somente um funcionário para duas, três ou quatro máquinas. Ou seja, a probabilidade de existirem máquinas paradas, à espera que o operador troque de peça ou até mesmo a prepare para a realização de outras atividades é bastante elevada. Estes tempos contribuem de forma significativa para a duração das atividades. Neste caso, um bom planeamento iria permitir otimizar quer o rendimento da máquina quer do operário, tornando-os mais eficazes.

O facto da programação do código G ser executado nos controladores da máquina onde se efetuará a respetiva atividade, implica que muitas vezes a máquina se encontre parada. A elaboração do código e a respetiva simulação poderia ser efetuada em noutro local, para que quando o código fosse necessário, este já estivesse disponível.

A não disponibilidade de ferramentas adequadas para a realização de determinada tarefa também leva a que a duração de determinada tarefa seja mais prolongada do que inicialmente previsto;

- **Não-conformidades:** o surgimento de não conformidades, além de acarretar prejuízos para a empresa irá sobrecarregar todo o fluxo produtivo. As não conformidades são normalmente detetadas no controlo de qualidade. Se as peças não-conformes puderem ser recuperadas, serão recuperadas nos respectivos postos de trabalho. No entanto, se a recuperação não for possível, todo o processo



produtivo terá de ser repetido desde o corte de material até ao controlo de qualidade;

- **Controlo das atividades:** por vezes, a falta de rigor imposta pelos responsáveis aos funcionários pode originar a que estes não apresentem a produtividade desejada. Esta “pressão” imposta aos funcionários tem de ser bem medida, pois nem todos reagem da mesma forma, podendo por vezes originar a ocorrência de não-conformidades ou até algum transtorno. O facto de ninguém na empresa analisar os tempos efetuados das atividades e consequentemente procurar saber o porquê de determinada tarefa ter demorado muito mais tempo do que esperado, também leva a que os funcionários não tenham maior produtividade, pois como ninguém lhes fornece essa informação, para eles (funcionários) tudo está a correr bem, conforme o previsto, quando na verdade não é isso o que sucede;
- **Acontecimentos inesperados:** nos acontecimentos inesperados estão consideradas avarias de equipamentos, aparecimento de não-conformidades, desgaste rápido de ferramentas e quebra de ferramentas (exemplo: machos, fresas, brocas...);
- **Autonomia:** a falta de autonomia por parte de alguns funcionários pode também provocar o atraso na elaboração de determinadas atividades, pois necessitam que os seus responsáveis lhes digam o que fazer e como o devem fazer;
- **Manipulação dos tempos:** nem sempre os tempos de duração das atividades correspondem à realidade, ou seja, os colaboradores podem manipular estes tempos com a manipulação das picagens, que eles próprios introduzem no sistema. Pode acontecer que os colaboradores por diferentes motivos, não indiquem precisamente quando iniciou ou terminou a atividade correspondente a uma determinada picagem. Por exemplo, os colaboradores podem atrasar-se a mencionar o início da atividade, ou podem não mencionar o fim da atividade quando esta sucedeu, podendo até por vezes efetuar outras atividades que não dizem respeito a essa mesma atividade, ou até realizar atividades sem realizar nenhuma picagem.

### **5.2.2. Consequências da discrepância entre tempos previstos e realizados**

Uma consequência direta da discrepância de valores entre os tempos previstos e os tempos realizados são os sucessivos atrasos das encomendas aos clientes. Além dos atrasos o aumento da duração prevista para a execução de determinada tarefa tem também influência na sobrecarga de todos os postos de trabalho da empresa.

A discrepância elevada entre os tempos previstos e os tempos realizados faz, com a confiança na execução de todas as atividades planeadas dentro dos prazos estabelecidos seja muito baixa. Ou seja, será praticamente impossível afirmar com toda a certeza que as suas encomendas estarão prontas em determinado dia. Isto poderá colocar em causa a confiança que o cliente deposita na empresa.

Além dos atrasos, da sobrecarga da produção e da imagem que a empresa passa para os clientes, o facto das atividades serem mais morosas do que o previsto, acarreta despesa ou não obtenção de maiores lucros para a empresa. Para se evitarem atrasos nas encomendas a empresa terá que submeter o pagamento de horas extras aos funcionários e aumentar a subcontratação de serviço para minimizar a sobrecarga na produção, custos acrescidos com eletricidade, matéria-prima, ferramentas, entre outras. Um outro efeito do aumento da duração das atividades em determinado posto de trabalho é o aparecimento do efeito gargalo nesse mesmo posto ou nos postos seguintes. Ou seja, esse posto de trabalho não terá capacidade para efetuar todas atividades solicitadas para um determinado prazo, o que poderá colocar em causa a execução do trabalho no prazo pretendido no posto de trabalho seguinte ou até mesmo comprometer a entrega das encomendas ao cliente no prazo inicialmente proposto.

Na Tabela 16 estão referidos os custos inerentes à discrepância existente entre tempos previstos e os realizados entre 1 de Setembro de 2011 e 31 de Maio de 2012.

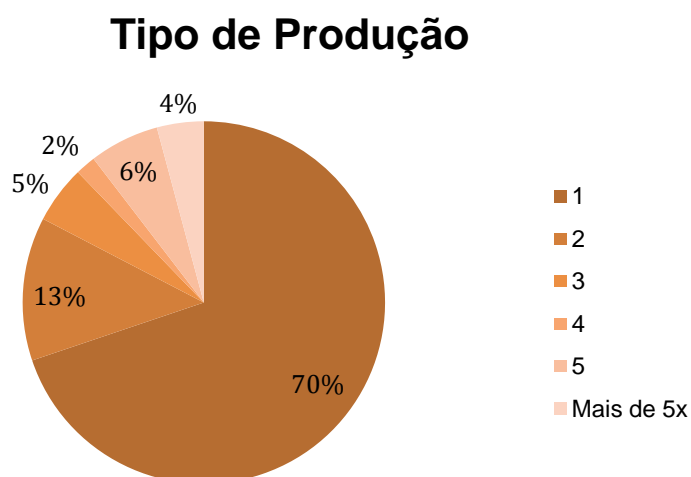
**Tabela 16 – Custos da discrepância dos tempos previstos com os realizados**

Centro de custo	Custo Hora [€]	Diferença entre tempos previstos e realizados [horas]	Lucros [€]
Acabamentos	8,5	-1395,11	-11.858,44 €
Centros Grandes	20	-739,22	-14.784,40 €
Centros Pequenos	12,8	-2389,33	-30.583,42 €
Integrex	24	-1019,17	-24.460,08 €
Nexus	13,5	96,13	1.297,76 €
Soldadura	12,6	-446,11	- 5.620,99 €
Torno pequeno	7,1	-1173,71	- 8.333,34 €
<b>Total</b>			<b>-94.342,91 €</b>

Pela leitura da Tabela 16 verifica-se que a discrepância de tempos previstos e tempos realizados apresentou um prejuízo à empresa de 94.342,91 € em nove meses, correspondendo uma média de 10.482,55 € por cada mês de trabalho. Todos os centros de custos apresentam um saldo negativo, à exceção do Nexus que apresenta um saldo positivo. Os centros pequenos são os postos de trabalho que apresentam maiores prejuízos.

### 5.3. Tipo de Produção

Na TSF, Metalúrgica de Precisão é realizada produção por encomenda, ou seja, só se produz determinado produto quando este provém de uma encomenda. A partir da sua encomenda o produto é produzido normalmente nas quantidades exigidas para entregar ao cliente na data inicialmente definida. Na Figura 48 pode-se visualizar de forma gráfica o tipo de produção existente na empresa.

**Figura 48 – Classificação da Produção por número de unidades produzidas**

A Figura 48 foi construída a partir das encomendas enviadas desde o dia 1 de Setembro de 2011 até 31 de Maio de 2012. Durante este período foram produzidos e entregues 3426 artigos, que correspondem a uma produção média mensal de 380 artigos diferentes.

Pela leitura da Figura 48 verifica-se que 70% da produção foi unitária, ou seja, durante o período referido, o mesmo artigo só foi produzido uma só vez. Por outro lado, na leitura do mesmo gráfico verificasse que 10% (6%+4%) dos artigos foram produzidos pelo menos 5 vezes, que corresponde à produção de pelo menos 5 vezes de 350 artigos diferentes, aproximadamente. Dentro desses 350 artigos sabe-se que há artigos que foram produzidos 10, 15 e até 20 vezes neste período de tempo. A produção para *stock* é geralmente efetuada sobre estes artigos, que à partida se prevê que terão procura num futuro próximo, não esquecendo que esse artigo só poderá ser vendido ao mesmo cliente, pois muito dificilmente outro cliente pedirá o mesmo artigo com as mesmas especificações.

A decisão de produção para *stock* não é assim tão simples, pois existem artigos que não convém ter-se em *stock*, por exemplo artigos cujo preço da matéria-prima é elevado, artigos com elevado custo no processo de fabrico ou até artigos com grandes dimensões. Por isso, a produção para *stock* é sempre ponderada pois a produção para *stock* acarreta custos para empresa. No entanto, poderá aliviar de certa forma a produção no futuro, pois quando for solicitada a realização de um artigo existente em *stock*, já não terá de o produzir, visto que este se encontra em *stock*, libertando dessa forma a carga nos respetivos postos de trabalho.

### **5.3.1. Quantidades de produção**

As quantidades de produção de cada peça variam de encomenda para encomenda. A Figura 49 mostra de uma forma geral a percentagem da quantidade de peças produzidas para cada obra.

## Número de Peças Encomendadas

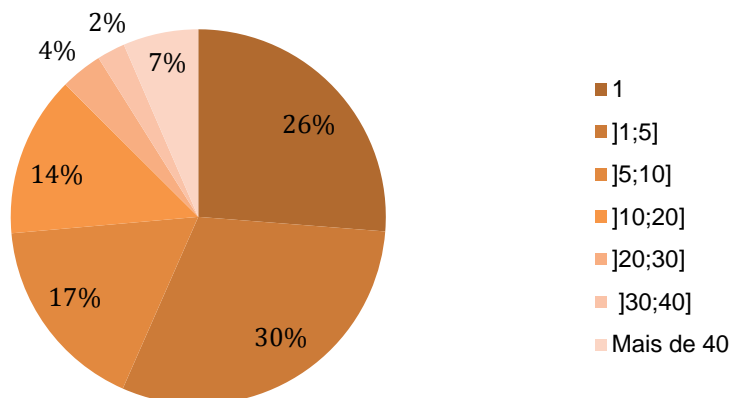


Figura 49 – Número de peças encomendadas

No gráfico da Figura 49 verifica-se que cerca 26% das vezes executa-se a produção de uma peça. Cerca 73% (26%+30%+17%) das peças são encomendadas com uma quantidade igual ou inferior a 10 peças. Por outro lado só 7% das peças encomendadas são de quantidade igual ou superior a 40 peças.

Com este tipo de produção, os tempos de *setup* irão ter um grande impacto no tempo de fabrico da peça e consequentemente no seu custo de fabrico.

### 5.4. Não conformidades

As não conformidades surgem quando as especificações exigidas pelo cliente não são cumpridas. As não conformidades são originadas por diversas causas e quando surgem, estas têm de ser resolvidas, acarretando sempre custos para a empresa. Após a deteção de uma não conformidade em determinada peça, esta poderá seguir dois caminhos distintos: se for possível a peça é recuperada em determinado posto de trabalho, senão ter-se-á que produzir uma nova peça. O custo de recuperação de uma peça é normalmente inferior à execução de uma nova peça, por isso, a decisão de recuperação ou de execução de peça nova cabe sempre ao responsável da produção.

A análise foi realizada a uma amostra de 66 não conformidades ocorridas entre 1 de Janeiro de 2012 até 31 de Maio de 2012, com o intuito de conhecer as suas causas. O estudo das não conformidades só recaiu nas não conformidades de origem interna.

A deteção da não conformidade pode ter origem em qualquer secção da empresa. Depois de detetada, procede-se à abertura da respetiva ficha de não conformidade (exemplo no Anexo F). Na ficha de não conformidade além da obra, encomenda, peça, desenho, quantidades não conformes é também possível mencionar a não conformidade detetada, qual a causa, quem a cometeu e qual o tratamento a dar para corrigir a anomalia. Das não conformidades recolhidas, somente 38% tem referidos os autores ou os equipamentos onde essa anomalia ocorrem. Por isso, não é possível analisar se algum colaborador ou equipamento específico têm tendências para a ocorrência de não conformidades.

#### 5.4.1. Causas das Não conformidades

Na Figura 50 estão mencionadas as várias origens da ocorrência de não conformidades.

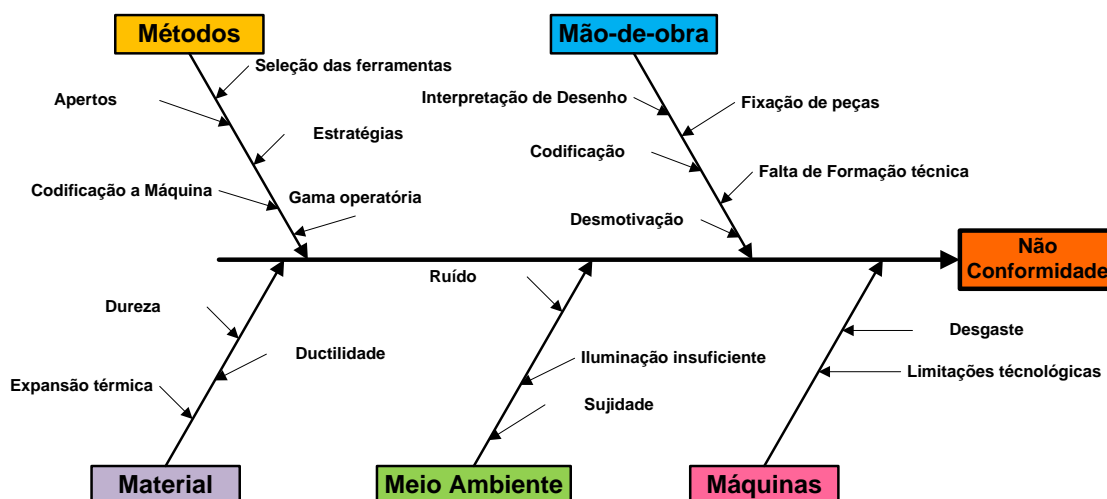


Figura 50 – Diagrama Ishikawa referente às causas de não-conformidade

Pela observação do diagrama da Figura 50, verifica-se que as não conformidades podem ter várias diversas causas que de seguida são mencionadas.

##### 5.4.1.1. Métodos

- **Seleção das ferramentas:** a escolha da ferramenta errada ou da má definição das características da ferramenta, pode comprometer a qualidade final da peça;
- **Apertos:** a escolha do melhor sistema de aperto permite a maquinagem com maior eficiência e segurança, sem vibrações e sem deslocamentos;

- **Estratégia:** a escolha das melhores estratégias de desbaste e acabamentos permite a obtenção de peças com melhor qualidade e precisão;
- **Codificação:** o facto da codificação de todas as peças ser realizada nos controladores das máquinas e de por vezes não se realizar a simulação do programa codificado, leva à origem das não conformidades;
- **Gama operatória:** a ordem de execução da gama operatória pode também ela dar origem às não conformidades.

#### 5.4.1.2. Mão-de-obra

- **Interpretação do desenho:** a má interpretação de um desenho tem consequência direta na peça final. Por trás desta má interpretação pode estar o cansaço do funcionário, falta de informação do desenho ou até a elegibilidade do desenho;
- **Fixação das peças:** se as peças estiverem mal orientadas no respetivo sistema de aperto, se os batentes, mordentes ou grampos não estiverem devidamente calibrados ou se a peça estiver mal apertada poderão surgir vibrações e deslocamentos;
- **Codificação:** a má codificação aliada à má interpretação do desenho são muitas vezes a origem das não conformidades;
- **Falta de formação:** falta de formação técnica e específica sobre procedimentos de funcionamento e manuseamento de cada equipamento;
- **Desmotivação:** a desmotivação é causada por baixos ordenados, ou falta de prémios, ou mau ambiente laboral.

#### 5.4.1.3. Material

As características dos materiais têm influência direta na escolha das velocidades de corte e de avanço na maquinagem das peças. O conhecimento do comportamento do material durante a maquinagem terá influência direta na precisão da peça. Se as especificações da peça não forem respeitadas surge uma não conformidade.

#### 5.4.1.4. Meio Ambiente

- **Iluminação insuficiente:** pode provocar maior cansaço físico e mental;

- **Ruído:** devido ao funcionamento das máquinas, o ambiente de trabalho dos trabalhadores da empresa é ruidoso, o que pode provocar cansaço e desconcentração;
- **Sujidade:** a sujidade e a desarrumação no ambiente fabril, pode fazer com que o operador fique desinteressado e desconcentrado na realização do seu trabalho;
- **Temperatura:** quanto maior for a precisão da peça a maquinar (com tolerância de micrómetros) maior terá de ser o controlo da temperatura no local de maquinagem.

#### 5.4.1.5. Máquinas

- **Desgaste:** o desgaste dos componentes mecânicos (muito pouco frequente) responsáveis pelos movimentos da máquina e o desgaste das ferramentas podem originar as não conformidades;
- **Limitações tecnológicas:** o facto de as máquinas não realizarem todas operações no mesmo aperto poderá provocar não conformidades em certas peças.

#### 5.4.2. Principais causas das não conformidades

Na Figura 51 está representada a influência dos diversos fatores responsáveis pela ocorrência de não conformidades.

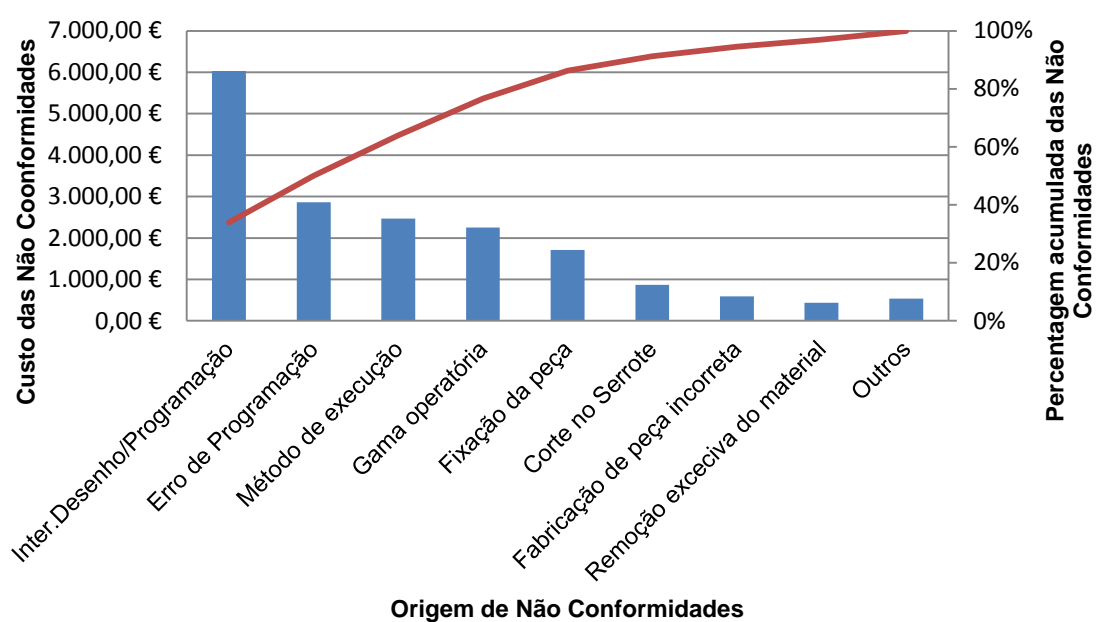


Figura 51 – Diagrama de Pareto relativo às não conformidades



Analisando o Diagrama de Pareto da Figura 51, verifica-se as principais causas de ocorrência de não conformidades são:

- **Interpretação de desenhos técnicos/Programação:** a maior parte das não conformidades ocorre devido à má interpretação de desenhos técnicos vs programação CNC, ou seja, a código efetuado pelo operador muitas vezes não é o mais adequado atendendo às especificações no desenho técnico. Isto deve-se ao facto de o programador de CNC lidar com várias variáveis durante a programação de determinado código. O programador além de definir as estratégias de desbaste e de acabamento tem que definir todas as velocidades (rotação, avanço, penetração), ferramentas compensação de ferramentas, entre outros. Os principais defeitos associados a esta causa são: cotas não cumpridas, furações deslocadas, posicionamento de certos elementos (furos, rasgos, canais, escatéis) ou a roscas mal realizados;
- **Erro de programação:** os erros de programação podem ocorrer de diversas formas. A introdução duma instrução numa linha incorreta, a introdução do sinal “-“ ou “+”, ou a troca de um algarismo pode originar a ocorrência de não conformidades. O não cumprimento de cotas e posicionamento incorreto de certos elementos são os principais defeitos associados aos erros de programação;
- **Método de execução:** a escolha das estratégias para o desbaste e acabamento têm influência no estado final das peças. O método de execução além do cumprimento das cotas, define também o acabamento final da peça, a sua rugosidade, cumprimento do toleranciamento geométrico e a precisão final da peça;
- **Gama operatória:** a produção de gamas operatórias permite definir o percurso que as obras sofrem durante a produção. Uma má escolha das gamas operatórias poderá colocar em causa a correta execução das peças e a precisão dimensional pretendida;
- **Fixação da peça:** a fixação das peças tem influência direta nas características finais das mesmas. A má fixação das peças pode originar maus acabamentos, não cumprimento dimensional, deslocamento ou posicionamento de certos elementos geométricos;
- **Corte no serrote:** se a matéria-prima não for cortada com as dimensões mínimas para a maquinagem, as dimensões finais das

peças não serão as pretendidas. Se o operador da máquina não verificar as medidas do bruto, provavelmente só se depara que o bruto não estava na dimensão desejada no final da maquinagem;

- **Fabricação de peças incorretas:** a fabricação de peças incorretas poderá ter duas origens; na preparação ou durante a produção. Durante a preparação se o desenho técnico alocado à gama de produção não corresponder ao desenho da encomenda do cliente, serão produzidas peças diferentes das que foram exigidas. Como já foi referido anteriormente, existem peças que já foram produzidas diversas vezes, e por isso já têm o programa CNC definido. No então, se houver uma alteração no desenho técnico e se o operador não se aperceber, ele provavelmente fará executar o programa antigo, pois ambos contêm o mesmo número de desenho;
- **Remoção excessiva de material:** a remoção excessiva de material ocorre geralmente nos acabamentos. Por vezes as peças que vêm das máquinas não estão na cota final, e para as colocar na cota os operadores dos acabamentos com os recursos disponíveis (lixadeira, limas, lixas, rebarbadoras, lamela, mandris, entre outros) colocam as peças nas cotas finais, mas por vezes retiram material excessivamente o que provocará uma não conformidade.

#### 5.4.3. Consequências de não conformidade

Todas as não conformidades são uma fonte de prejuízo para empresa. Além disso, as não conformidades irão ter uma influência direta no funcionamento de toda a produção, pois a sua ocorrência irá aumentar a carga dos postos de trabalho, podendo por isso colocar em causa a execução atempada de todas as obras previstas para determinada data.

As não conformidades de forma direta ou indireta representam uma má imagem para a empresa, ou seja, se a não conformidade for detetada pelo cliente, a opinião que este terá acerca dos serviços da empresa não será a mesma. Por outro lado, se a não conformidade for detetada pela empresa, a entrega das encomendas no prazo inicialmente estabelecido estará em causa, o que poderá causar um certo desagrado no cliente, além do mais uma não conformidade acarreta sempre custos acrescidos para a empresa.

## 5.5. Desperdícios

Todas as empresas apresentam diversos desperdícios, derivados a vários fatores. Neste capítulo serão mencionadas as causas dos principais desperdícios da empresa TSF. Para isso, realizou-se o diagrama de Ishikawa, representado na Figura 52.

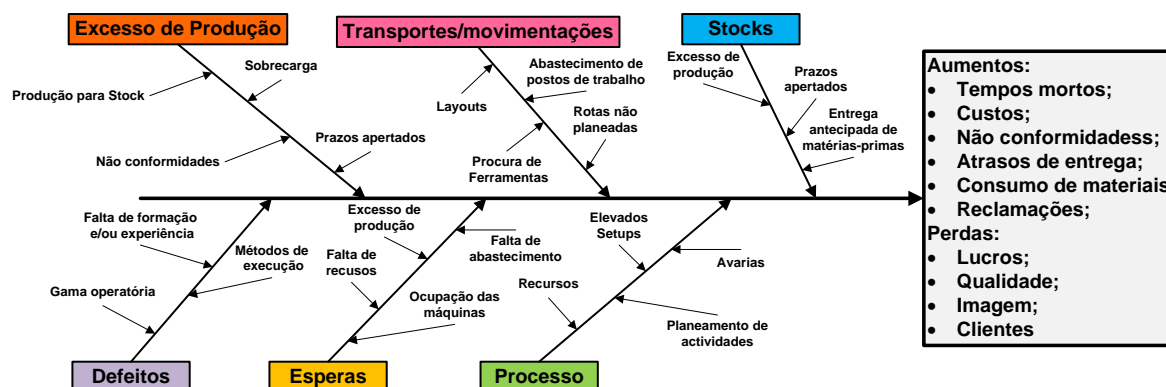


Figura 52 – Diagrama de Ishikawa dos Desperdícios

Como se pode verificar no diagrama da Figura 52 as causas dos desperdícios podem ser derivadas ao excesso de produção, transportes e/ou movimentações, *stocks*, defeitos, esperas, processo e trabalho desnecessário. O conjunto destas causas traz diversas consequências (desperdícios), tais como o aumento dos tempos mortos<sup>12</sup>, aumento de custos de fabrico, aumento de ocorrência de não conformidades, consumo de materiais, aumento do desgaste das ferramentas, aumento das reclamações por parte dos colaboradores ou até mesmo por parte dos clientes, perda de lucros por parte da empresa, diminuição da qualidade, degradação de imagem da empresa e até mesmo a possível perda dos clientes.

### 5.5.1. Excesso de produção

Considera-se excesso de produção, toda a produção realizada a mais do que quantidade pedida pelo cliente. A produção de componentes para *stock* é um dos exemplos deste excesso de produção, pois ao produzir para *stock* não se sabe se mais tarde o produto será solicitado, e além disso, o armazenamento acarreta diversos custos, desde custo de matéria-prima, mão-de-obra e espaço no armazenamento, transportadores, eletricidade, seguros, risco de perda e/ou deterioração, para além dos *stocks* retirar em flexibilidade, tendem a camuflar os problemas e torna-se de difícil controlo.

<sup>12</sup> Tempos não produtivos

A aceitação de encomendas com prazos de entrega apertados, forçará a empresa a produzir mais do que aquilo que estava previsto e para isso terá de se socorrer a horas extraordinárias para colmatar o excesso de produção. Nestes períodos de excesso de produção os colaboradores de certa forma sentem-se pressionados para realizar todas as tarefas num curto período de tempo, o que por vezes originará o aparecimento de não conformidades. Com o aparecimento das não conformidades, surge a necessidade de produzir novamente a peça que deu origem à respetiva não conformidade, aumentando desta forma o custo de matérias-primas e o custo de mão-de-obra.

Por outro lado, o excesso de produção de determinados postos de trabalho, poderá criar o designado efeito gargalo num outro posto, ou seja, se um ou mais postos de trabalho produzirem mais do que o posto seguinte consegue produzir, o trabalho a efetuar por esse posto será cada vez maior, o que poderá implicar a execução de algumas encomendas para um determinado prazo. Este efeito gargalo acontece geralmente nos acabamentos e no controlo de qualidade. Todas as peças produzidas na empresa passam pela secção dos acabamentos, quanto mais não seja para tirar uma simples rebarba, além disso parte das peças produzidas no exterior terão de passar pelos acabamentos para se efetuar ligeiros acabamentos. Por sua vez no controlo de qualidade terão de passar todas as peças de cada encomenda. Como a finalidade deste posto é verificar se todas as peças cumprem as especificações, por vezes em algumas peças essa verificação e controlo são operações demoradas, o que por si só poderá também colocar em causa a entrega da encomenda no prazo inicialmente estabelecido.

### **5.5.2. Esperas**

As esperas são desperdícios que têm sobretudo origem pela falta de abastecimento, ou seja, por vezes existem postos de trabalho que têm de esperar pelas matérias-primas, por fatores já referidos anteriormente, tais como atraso na entrega da matéria-prima por parte dos fornecedores, planeamento das atividades pouco eficiente, espera de ferramentas ou até esperas de materiais ou ferramentas que não estavam no seu devido local.

Além da falta dos recursos materiais, as esperas também podem ser originadas pela falta de recursos tecnológicos ou de recursos humanos. Muitas vezes o tempo de espera de um determinado posto surge, quando no posto anterior não existiam recursos humanos suficientes, com formação ou experiência capaz de realizar determinada atividade. Outro caso evidente acontece quando um qualquer

trabalhador tem de esperar pela decisão de determinada pessoa para realizar uma simples atividade. Isto pode ser originado pela falta de autonomia, responsabilidade, receio de errar ou pela falta de formação e/ou experiência.

Quando existem postos com muita ocupação (sobrecarga), por vezes os postos seguintes têm de esperar que esse posto realize determinadas atividades para depois darem seguimento à produção.

### **5.5.3. Transportes/movimentações**

Os transportes e movimentações podem ser divididos em dois grupos, transportes/movimentações internos, quando o transporte e movimentações de material ocorrem no interior da empresa e externos, quando estes ocorrem no exterior da empresa.

Os desperdícios de transportes/movimentações internos são causados essencialmente pela disposição do *layout* da empresa e pela gama operatória dos produtos. Visto que a empresa produz por ano milhares de peças diferentes, com as respetivas gamas operatórias, torna-se por isso impossível ter um *layout* ideal para cada uma das peças. Desta forma consoante as gamas operatórias de cada peça, os percursos para os abastecimentos dos postos de trabalho variam. Outras fontes de desperdícios são as procuras de ferramentas e materiais que não se encontram no seu devido local.

Os desperdícios dos transportes/movimentações externas devem-se sobretudo ao não planeamento das rotas, ou seja, as rotas não são planeadas para que os custos de transporte possam ser os mínimos possíveis. Por vezes a empresa vê-se obrigada a deslocar-se vários quilómetros para rececionar ou entregar peças em que o custo de transporte é superior ao custo de fabrico, até mesmo preço de venda.

### **5.5.4. Processo**

Os processos utilizados para a produção dos vários produtos são das principais fontes de desperdícios por causa dos elevados tempos de *setup*. Nestes tempos de *setup* são considerados os tempos utilizados para preparação das máquinas, ferramentas, programação, fixação das peças, determinação do zero peça, entre outras operações. A juntar a estes tempos de *setup*, tem-se a disponibilidade de recursos humanos e tecnológicos, ou seja a experiência e/ou formação de determinado colaborador para o desempenho de uma certa atividade têm influência direta no desempenho das tarefas, pois estes têm o conhecimento dos melhores apertos e estratégias para obter o maior rendimento das máquinas durante a

maquinagem. Além disso a disponibilidade das melhores ferramentas para a realização de certas atividades seria ótima para se obter as melhores performances de maquinagem.

Outra grande fonte de desperdício ocorre quando o operador da máquina termina a realização de uma atividade e não sabe qual é a seguinte, e por isso não sabe quais as ferramentas que irá utilizar, não saberá se o programa CNC para execução das peças está pronto e disponível a ser executado. Isto sucede porque não existiu um plano de atividades para cada máquina e/ou funcionário ou porque o seu chefe não lhe indicou devidamente o seu plano de atividades. Perante a esta indecisão o operário optará por não realizar nenhuma atividade até a tomada de decisão por parte de uma outra pessoa, ou poderá ele próprio decidir qual a atividade a executar. Por vezes, esta decisão pode não ser a mais acertada, porque a realização dessa atividade para esse instante pode não ser a mais prioritária. Outras vezes, quando se têm de dar início a uma atividade, o programa CNC não está elaborado, porque o operador, ou outro programador ainda não teve tempo para o executar. Nestes casos as máquinas estarão paradas até que o programa ou parte dele esteja pronto para se efetuar a respetiva maquinagem, o que não é de todo aceitável, visto que o programa pode ser elaborado nos próprios controladores da máquina durante a execução de outras atividades, ou pode mesmo o programa ser efetuado e testado num outro local.

A não existência de uma sequência das atividades previamente estabelecida acaba por ser uma grande causa de desperdícios, pois isso não permitirá que os colaboradores possam organizar o seu trabalho para que quando certa atividade for solicitada tudo já esteja preparado para iniciar essa mesma atividade. O controlo intermédio efetuado em certas peças, também pode ser considerado um desperdício de processo, pois para verificar se qualquer peça está conforme as especificações do cliente é necessário parar a execução de determinada atividade para realizar esse mesmo controlo.

O surgimento de qualquer avaria ou paragem de determinado equipamento causará inevitavelmente desperdícios durante o processo. Estes desperdícios são muito difíceis de serem controlados e evitados.

#### **5.5.5. Stocks**

Os *stocks* são sempre desperdícios para a empresa, independentemente de serem produtos acabados, matérias-primas, produtos intermédios ou ferramentas. Todos possuem custos que vão desde o custo de matéria-prima, transportes, espaços ocupados, mão-de-obra, por exemplo.

Estes desperdícios poderão ser causados pelo excesso de produção, ou seja, pela produção em maiores quantidades do que as encomendadas pelo cliente. Estes *stocks* serão sobretudo de produtos acabados, que servirão para que a empresa possa cumprir no futuro com uma possível solicitação rapidamente e sem grandes custos de produção.

Os *stocks* de matérias-primas surgem porque os fornecedores não têm capacidade de entregar as matérias-primas no instante em que estas serão precisas e daí a empresa ter a necessidade de assegurar que a matéria-prima seja antecipadamente entregue para depois entrar em produção quando solicitada. A existência do *stock* de ferramentas justifica-se pela mesma razão, ou seja, os fornecedores de ferramentas não conseguem colocar sempre as ferramentas certas no instante certo à disposição da empresa e por isso a empresa sente a necessidade de adquirir ferramentas para *stock*, nomeadamente pastilhas de corte e algumas ferramentas que são de desgaste rápido e frequentemente utilizadas.

#### **5.5.6. Defeitos**

Na TSF os defeitos das peças produzidas são designadas por não conformidades. As causas das não conformidades já foram abordadas no capítulo 5.4, sendo de uma maneira geral a falta de formação e/ou experiência dos funcionários, os métodos e as ferramentas utilizadas para a execução das peças as principais causas para o aparecimento de defeitos nas peças. A desmotivação dos colaboradores também pode ser considerada uma fonte de desperdício, porque se os funcionários não estiverem devidamente motivados e seguros para a realização do seu trabalho, poderão comprometer a execução na perfeição, as atividades que lhe são propostas.

#### **5.5.7. Trabalho desnecessário**

As principais causas de realização de trabalho desnecessário são a falta de formação e/ou experiência, o não planeamento das atividades e a desmotivação dos colaboradores. O planeamento das actividades, para além da sequência das atividades também define quais serão os passos a tomar para que cada peça seja realizada o mais rápido possível, com os menores custos e com a qualidade pretendida.

O facto da programação ser realizada nas máquinas, pode ser considerado um trabalho desnecessário, visto que na empresa existe um posto com um computador para a produção, onde o programa possa ser efetuado e passado para a máquina. Porém, este posto contém ainda um aplicativo CAM (*Powermill*) capaz de criar código

G e simular a maquinação do respetivo código, onde o ambiente é bem mais agradável, com menos ruído e mais cómodo.

Na execução de peças com determinada complexidade é efetuado um controlo intermédio para verificar se até ao momento as operações correram como o previsto, para evitar o acréscimo de valor numa peça morta. Os critérios que fazem com que os colaboradores levem as peças ao controlo de qualidade não estão bem definidos, pois por vezes o controlo dimensional poderia ser executado pelos operários no seu posto com os seus equipamentos, ao invés de levarem essa mesma peça para ser vistoriada no controlo de qualidade. Desta forma além do desperdício de transporte e movimentações irão também conduzir à sobrecarga do controlo de qualidade.

### **5.6. Consumo de ferramentas**

Como já foi referido anteriormente, a gestão da maioria das ferramentas é realizada pelo Matrix. A utilização do Matrix permite obter em tempo real o inventário do *stock* de ferramentas. Além disso, permite ao administrador do sistema saber quais foram as ferramentas que foram retiradas do *stock*, o autor da remoção das ferramentas, o dia e hora que sucederam, em que máquina foi utilizada e qual o custo da respetiva ferramenta.

Perante esta informação, fez-se uma análise acerca dos consumos de ferramentas que ocorreram desde 1 de Janeiro de 2012 e 22 de Maio de 2012. A análise feita recai apenas sobre as ferramentas consumidas durante este período, ou seja as ferramentas que foram utilizadas e depois repostas no respetivo *stock* não foram contabilizadas, por isso considerou-se que estas ferramentas não foram totalmente consumidas, pois podem ser novamente reutilizadas. As ferramentas que não foram colocadas no respetivo local podem não se encontrar consumidas, pois estas poderão encontrar-se nas diversas máquinas ou espalhadas por outros locais da empresa. O gráfico da Figura 53 foi elaborado somente a partir dos consumos das ferramentas.



## Consumos de Ferramentas

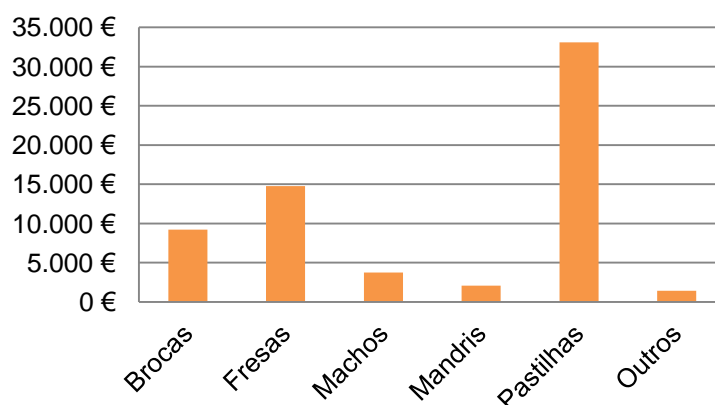


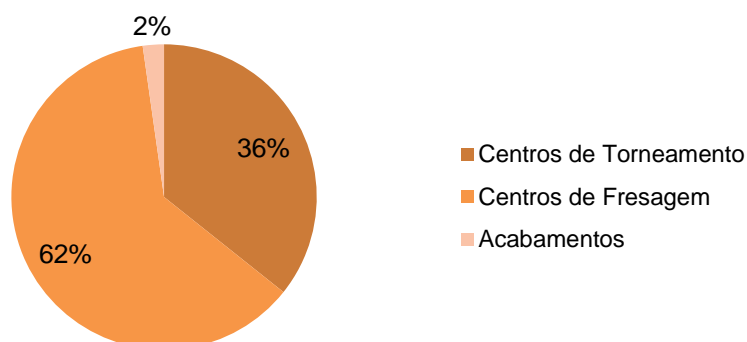
Figura 53 – Consumo de Ferramentas

Durante o período de análise, em ferramentas para maquinagem foram gastos cerca de 64.274,02 €, uma média de consumo de 3.200 € por cada semana de trabalho. Pela leitura da Figura 53 verifica-se que a maior parte dos custos recaem sobre as pastilhas utilizadas para diversas operações de maquinagem. As pastilhas utilizadas são de diversos tipos, desde pastilhas de corte para fresas, brocas, roscagem, discos, entre outras. Depois do consumo de pastilhas, as ferramentas com maiores custos de consumo são as fresas, de seguida as brocas, os machos, os mandris e outras ferramentas (parafusos, calços, buris, discos...).

O consumo das ferramentas está diretamente associado ao desgaste das mesmas ferramentas, ao uso adequado de cada ferramenta e à formação e/ou experiência dos colaboradores. O desgaste das ferramentas depende essencialmente das velocidades de corte, profundidade de corte, avanços, lubrificação e do ângulo de entrada da ferramenta na peça. Normalmente, os representantes das ferramentas de corte fornecem catálogos onde mencionam as condições ideais e todos os parâmetros de corte (velocidade de corte, penetração, avanços e o ângulo de entrada da ferramenta), para que se possa obter o maior rendimento de cada ferramenta.

No gráfico da Figura 54 está representado o consumo das ferramentas pelas diferentes secções produtivas.

## Consumos por secção

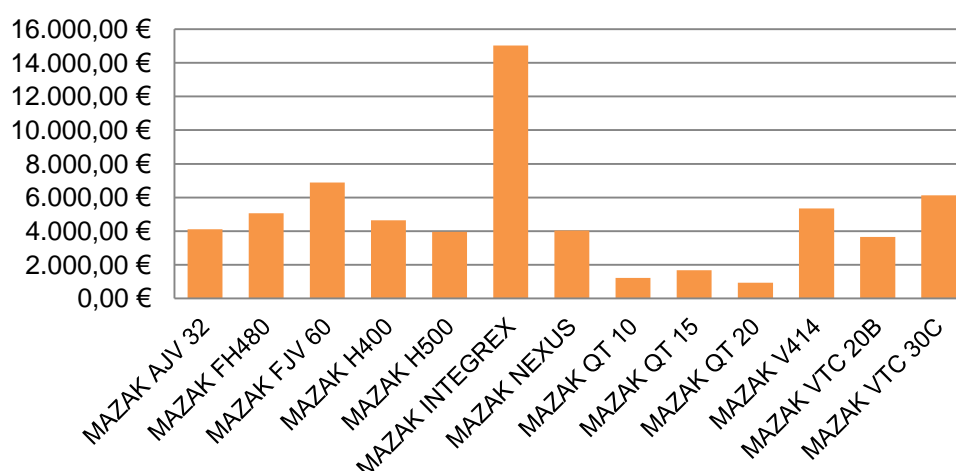


**Figura 54 – Consumo de Ferramentas por secção**

Observando a Figura 54, verifica-se que as ferramentas são praticamente todas consumidas nos centros de torneamento e de fresagem, pois são estas as principais responsáveis da maior parte das operações de maquinagem da empresa. As ferramentas consumidas pelos acabamentos provenientes do Matrix são essencialmente machos, brocas e mandris.

Para retirar qualquer peça do *stock* de ferramentas além do colaborador efetuar o login, necessita de mencionar qual é a máquina para qual se destina a ferramenta que retirou. Por isso foi, possível construir o gráfico da Figura 55, onde estão mencionados os custos de consumo de cada máquina dos centros de torneamento e fresagem.

## Consumos por máquina



**Figura 55 – Consumo de Ferramentas da Máquina**

Pela leitura da Figura 55 verifica-se que o Integrex é o equipamento que tem maiores consumos. No entanto como já foi referido anteriormente a empresa possui

dois Integrex com as características iguais, por isso tem-se que admitir que o consumo se irá distribuir por duas máquinas, ficando desta forma com um custo médio por cada Integrex de 7500 € desde o dia 1 de Janeiro de 2012 até 22 de Maio de 2012.

O maior consumo de ferramentas por parte do Integrex e da FJV deve-se essencialmente às potências das respetivas máquinas e consequentemente à possibilidade de maquinar a maiores velocidades, maiores taxas de remoção de apara entre outras.

Com o Matrix é ainda possível estudar o consumo de determinada ferramenta. Como exemplo deste estudo realizou-se o gráfico da Figura 56.

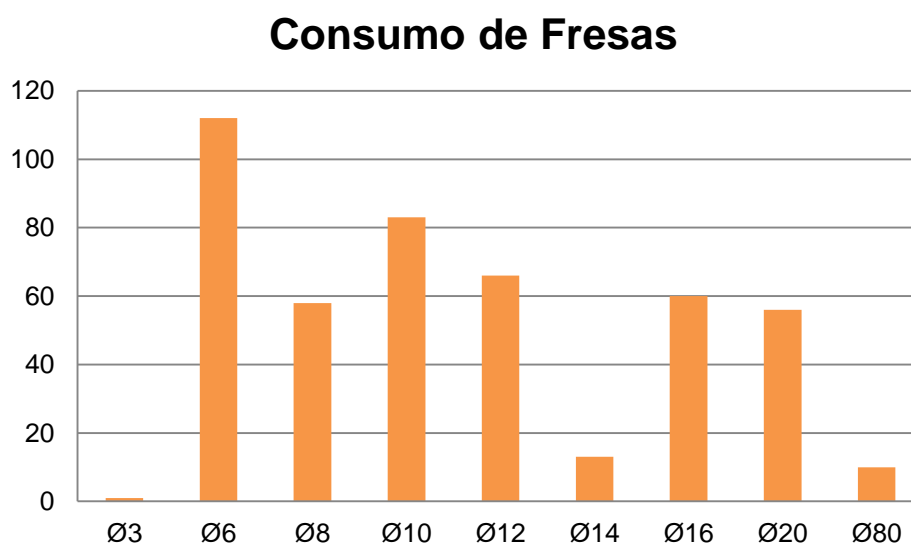


Figura 56 – Consumos de Fresas

Na Figura 56 está representado o consumo de fresas em função dos seus diâmetros e verifica-se que as fresas mais consumidas foram as fresas com diâmetro de 6 (112 unidades), 10 (83 unidades) e 12 (66 unidades) milímetros. Perante estes dados, é possível ao administrador do sistema analisar o consumo de cada uma das ferramentas para que possa fazer a compra junto do fornecedor através da compra de quantidades ótimas em função da quantidade adquirida e do tempo de armazenagem em *stock*.

No capítulo seguinte são sugeridas algumas melhorias de forma a combater algumas lacunas no processo de funcionamento da empresa TSF.

## 6. Propostas de melhoria

Este capítulo vai debruçar-se sobre propostas para melhorar o funcionamento da empresa desde a receção das encomendas até à sua expedição. Ao longo do estágio na empresa, foram feitas alterações tendo em vista o melhor funcionamento do sistema, sendo que umas tiveram sucesso na sua implementação e outras não tiveram o impacto desejado junto dos colaboradores e do sistema produtivo.

Em Dezembro de 2011, aproveitando a presença do representante do aplicativo de gestão (*Clipper*) utilizado pela empresa, onde este veio com o intuito de esclarecer os colaboradores sobre o funcionamento do mesmo, elaborou-se um mini relatório com a finalidade de o melhorar, tendo em vista a obtenção do planeamento, indicadores de desempenho da produção e, consequentemente, um melhor controlo da produção. O relatório elaborado e entregue aos administradores da empresa está no Anexo G.

### 6.1. Preparação

Como foi referido anteriormente, a preparação das encomendas é um dos fatores responsáveis pelo atraso na entrega ao cliente, pois a entrega das encomendas à produção acontece tardiamente, derivado ao prazo apertado para execução das peças exigido pelo cliente, ou pela sobrecarga de postos de trabalho dentro do próprio departamento. Na Figura 57 está representado o funcionamento atual da preparação.

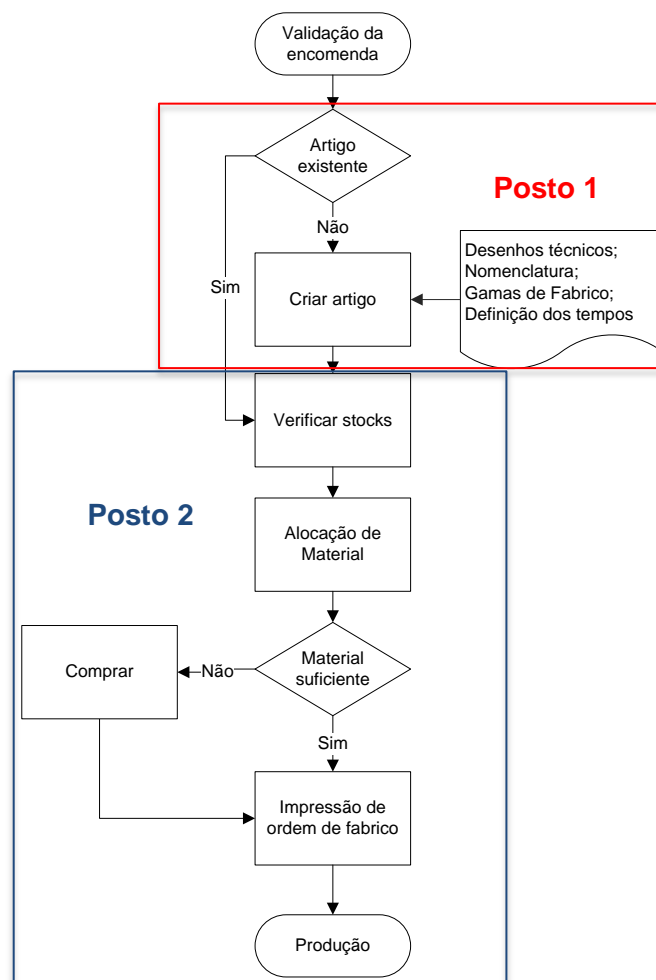


Figura 57 – Funcionamento da Preparação (adaptado Figura 26)

De modo um geral, a preparação das encomendas como demonstra a Figura 57 é realizada essencialmente por dois postos de trabalho. O posto 1 destina-se à receção das encomendas, verificação de preços, quantidades e de criação de artigos caso estes não existam. Por sua vez, no Posto 2 verifica-se se as peças pedidas existem no *stock* de produtos acabados. Caso não existam, verifica-se se existe matéria-prima suficiente para a sua fabricação. Se não existir matéria-prima suficiente para a produção das encomendas, ter-se-á que comprar junto dos fornecedores. Depois de verificar a existência de matérias-primas em *stock* e/ou comprar, é necessário alocar a matéria-prima a cada peça da encomenda, para reservar a matéria-prima garantindo que quando a obra entrar em produção exista material suficiente. Após a alocação do material, procede-se à impressão da folha de gama de fabrico que posteriormente seguirá a obra por toda a fase produtiva.

Com este processo de funcionamento na preparação, todas as encomendas recepcionadas terão que passar obrigatoriamente por estes dois postos. Ou seja, a preparação de uma encomenda só termina quando o posto 2 tiver terminado o seu trabalho. Sendo o trabalho do Posto 2 geralmente mais demorado que no Posto 1,

pois neste posto têm que verificar ambos os *stocks*, consultar preços e prazos a fornecedores, comprar e alocar materiais. O tempo de execução do trabalho no Posto 2 será mais demorado que o outro fazendo com que o posto 2 se vá atrasando na execução do seu trabalho e consequentemente atrasar o início da produção das encomendas.

### 6.1.1. Proposta de melhoria

Para tornar a preparação das encomendas mais rápida e eficaz, propõe-se o funcionamento de acordo com a Figura 58.

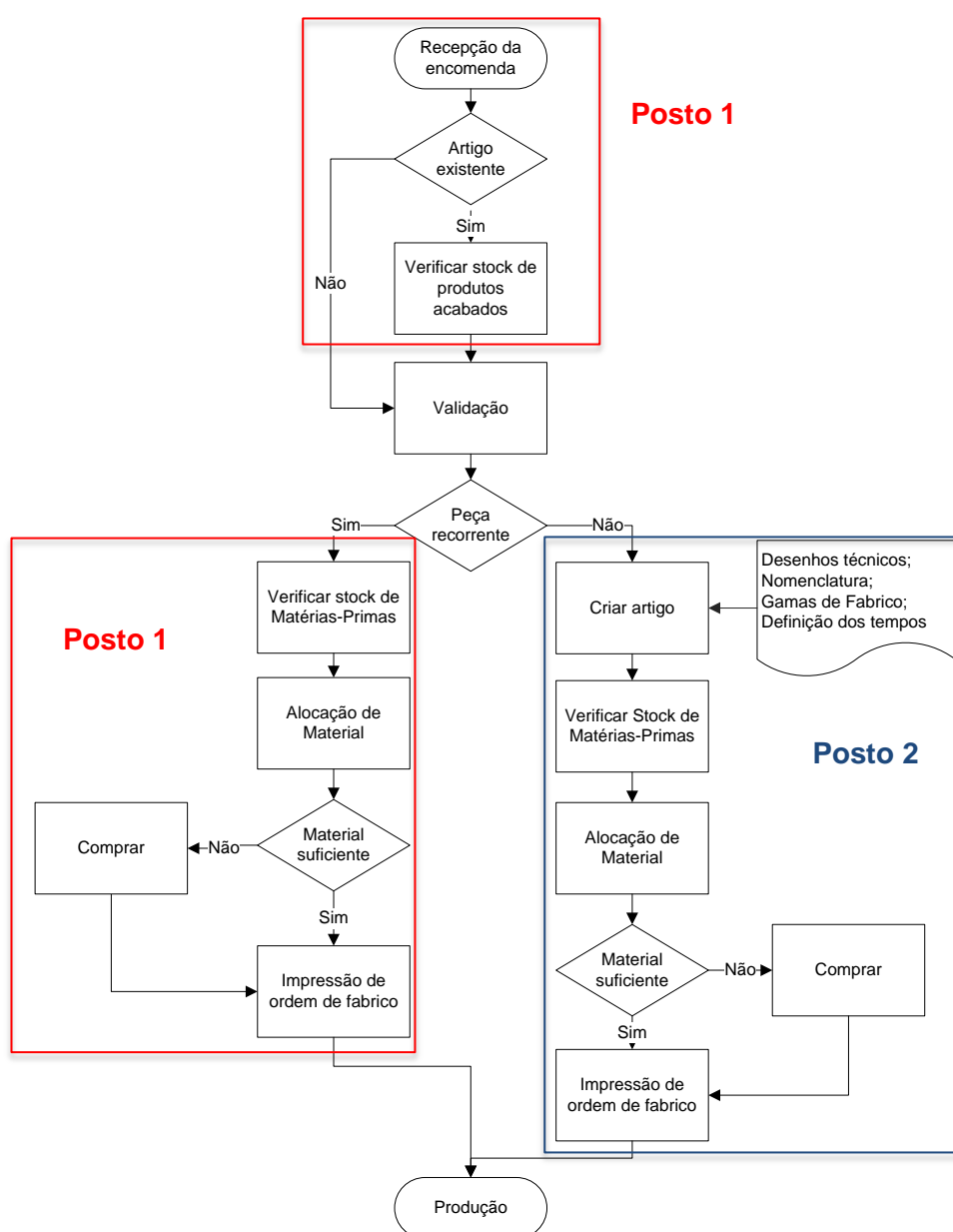


Figura 58 – Proposta para funcionamento mais eficiente da preparação

Pretende-se com esta proposta reduzir a carga de trabalho do Posto 2 em detrimento do Posto 1, sem comprometer a preparação das encomendas. O Posto 2 seria mais técnico, onde se criariam os artigos para cada nova peça (desenhos técnicos, nomenclatura, gamas de fabrico, componentes, matérias-primas necessárias e tempos de operação), verificação da existência de materiais em quantidades corretas para entrar em produção. Se não existir material em quantidades necessárias, este posto fará consultas de preços e prazos aos respetivos fornecedores. Depois do material estar devidamente alocado, imprimir-e-á folha de gama de produção para terminar a preparação e iniciar a produção.

O funcionamento do Posto 1 sofrerá ele também algumas alterações, começando pela verificação da existência de artigo da peça solicitada. Se a peça solicitada já tiver cadastro na empresa, o Posto 1 verificará no sistema se a peça encomenda existe em *stock* de produtos finais, para depois se tornar mais fácil a validação da encomenda. Depois da validação da encomenda, esta poderá seguir dois caminhos. Caso a peça a produzir já tiver cadastro na empresa, ele seguirá para o Posto 1, pois como a peça já foi produzida na empresa, ela já contém um artigo e um histórico de produção, ou seja, existirá na base de dados desenhos técnicos, nomenclaturas, gamas de fabrico, materiais, tempos de operação e quantidades anteriormente requisitadas. Por isso, o Posto 1 poderá agora verificar se existe material suficiente no *stock* de matérias-primas e caso não exista, poderá realizar solicitações de preços, prazos e a posterior compra aos respetivos fornecedores, para depois se efetuar a alocação do material e imprimir a gama de produção para que a encomenda possa entrar em produção.

O objetivo desta proposta é claramente diminuir a carga do Posto 2, pois sendo um posto mais técnico, necessita de mais tempo para analisar os desenhos técnicos, as gamas de fabrico e as quantidades necessárias para fabrico de cada peça. Toda esta informação é armazenada na base de dados do sistema, para posteriormente ser consultada ou editada. Observando a Figura 48, verifica-se que cerca 30% das peças produzidas pela empresa já foram produzidas pelo menos uma vez na empresa, por isso com a implementação deste sistema estas peças deixariam de passar pelo Posto 2, diminuindo assim a carga de trabalho deste.

#### **6.1.1.1. Funcionamento Prático**

A nova proposta na prática funcionará de acordo com a Figura 59, onde se pode ver como atualmente funciona e como passaria a funcionar com a implementação da nova proposta.

Atual		Proposta	
<b>Chefia</b> •Tomada de decisões; •Criação de artigos.		<b>Chefia</b> •Tomada de decisões; •Criação de artigos.	
<b>Posto 1:</b> •Recepção das encomendas; •Abertura de obras.	<b>Posto 2:</b> •Verificação dos stocks; •Alocação de material; •Compras.	<b>Posto 1:</b> •Recepção das encomendas; •Verificar stocks; •Abertura de obras; •Alocação de Material; •Compras.	<b>Posto 2:</b> •Abertura de obras; •Verificação do stock de matérias-primas; •Alocação de material; •Compras.

**Figura 59 – Diferenças entre o funcionamento atual e a proposta apresentada**

Como se pode verificar na Figura 59 com a implementação da nova proposta ambos os postos passariam a desempenhar mais tarefas, não esquecendo que o principal objetivo desta proposta é diminuir a carga de trabalho no Posto 2, e, consequentemente, diminuir o tempo de preparação das várias encomendas.

Durante a preparação o Posto 2 continuava a ser mais técnico, libertando tarefas como consultoria de preços a fornecedores, compras, e verificação de *stocks* para o outro posto. Desta maneira o posto 2 terá mais tempo para fazer uma boa preparação de encomendas e ao mesmo tempo a preparação não fica tão dependente do Posto 2 para terminar a preparação das encomendas.

#### 6.1.1.2. Vantagens e Desvantagens

A implementação de novas propostas acarreta sempre vantagens e desvantagens durante e após a sua implementação. As principais vantagens e desvantagens previstas para a sua aplicação estão descritas na Tabela 17.

**Tabela 17 – Vantagens e desvantagens da aplicação da proposta**

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparação mais rápida;</li> <li>• Departamento não dependente de uma pessoa, mas sim do posto;</li> <li>• Engenharia concorrente (colaboração de todos elementos).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptação à nova proposta;</li> <li>• Maior carga de trabalho no Posto 1.</li> </ul>

### 6.2. Proposta de Gestão dos *Stocks*

O *stock* de matérias-primas é o *stock* que tem apresentado maiores problemas, pois o *stock* mencionado no sistema muitas vezes não coincide com *stock* disponível no espaço fabril, tornando-se assim uma grande fonte de desperdícios, ou seja, além dos custos de aquisição da matéria-prima, do espaço ocupado, têm-se que somar ainda o tempo gasto para realização de inventários, a não disponibilidade de matérias-primas no instante desejado e o consequente atraso na execução das obras, as



deslocações constantes entre o gabinete de preparação e o *stock* de matérias-primas para confirmar se existe ou não quantidade suficiente para realização das obras.

Para melhorar o funcionamento de ambos os *stocks* sugere-se que estes funcionem de acordo com a Figura 60.



Figura 60 – Proposta de Funcionamento dos *Stocks*

O funcionamento dos *stocks* proposto seria simples, do que todos eles seriam geridos pelo mesmo responsável. Todos os *stocks* funcionariam da mesma forma onde se registaria sempre e instantaneamente as entradas e saídas de todos os material, controlando assim todos os *stocks*.

#### 6.2.1. Gestão de *Stocks* de Matérias-Primas

O funcionamento do *stock* de Matérias-Primas só será ótimo quando os colaboradores possuírem total confiança no sistema, ou seja, quando as quantidades mencionadas no sistema forem iguais às disponíveis no *stock*.

Para que isto possa acontecer é necessário controlar todas as entradas e saídas. O que se verifica neste *stock* é que nem todas as matérias-primas retiradas do *stock* são retiradas do sistema, ou seja, quem retira as matérias-primas não as remove devidamente no sistema. Estas causas já foram anteriormente abordadas.

Este *stock* só funcionará se for cumprida à risca uma simples regra “Não remover material do *stock* sem a devida remoção do sistema”. Esta regra é vital para o correto funcionamento da empresa, que terá os primeiros reflexos na eficiência e na rapidez do processamento das encomendas. Por isso esta regra deverá ser transmitida a todos bem como a importância da aplicação da mesma no funcionamento da empresa.

Com esta proposta quem necessitasse de material para realizar qualquer operação teria que o requisitar, registando a quantidade e o tipo de material recolhido, para que o *stock* continuasse atualizado. O registo de remoção de material passaria a

ser da responsabilidade do Gestor de *stocks*. Como referido anteriormente, a principal causa do não registo da remoção de material acontece quando ocorre uma não conformidade que não é declarada, ou seja os colaboradores removem o material para colmatar a não conformidade sem efetuarem o respetivo registo.

Para o funcionamento do *stock* é necessário que todos os colaboradores sejam incentivados a efetuar os registos e se não o fizerem deverão ser responsabilizados. Como foi referido, a gestão do *stock* seria efetuada pelo responsável pela gestão do *stock*. No entanto, este não estará a tempo inteiro na empresa, por isso surge a necessidade de atribuir esta importante responsabilidade de controlo do *stock* a outro colaborador. Este terá de registar no sistema a remoção do material, porém se este não tiver apetências para tal comunicará posteriormente ao responsável pelo gestão do *stock* a sua remoção. Para facilitar o registo de remoção do *stock* deverá ser criada uma ficha idêntica ao do Anexo H onde deverá constar a seguinte informação: Material removido, quantidades, dia, funcionário, obra e motivo.

Caso esta medida não resulte poderá também ser posta em prática a vedação de todo o *stock* de matérias-primas, da mesma forma como se efectuou no *stock* de produtos acabados, no entanto a sua vedação irá provocar um enorme transtorno na movimentação das matérias-primas, pois estas são de diferentes tamanhos e pesos.

### **6.2.2. Gestão de *stocks* de produtos acabados**

Se as entradas e saídas dos componentes não forem devidamente registadas, o *stock* acabará por se desatualizar, para isso é necessário que quando se efetua qualquer acréscimo ou remoção de componentes este seja imediatamente registado no sistema, para que todos saibam o que está disponível instantaneamente.

Devido à recente vedação do *stock*, a gestão deste tem-se tornado bem mais eficiente, ou seja, a discrepância entre o que está registado no sistema e o que realmente existe não é tão acentuada como no *stock* de matérias-primas. Esta discrepância deve-se sobretudo à não atualização do *stock* sempre que os produtos sejam acrescentados ou removidos.

### **6.2.3. Gestão do *Stock* das Ferramentas**

De todos os *stocks*, este é o que apresenta a maior eficiência, pelos motivos anteriormente referidos, devido à utilização do Matrix. Com este sistema é possível controlar as movimentações de entrada ou saída de ferramentas. As aplicações e potencialidades do Matrix já foram anteriormente referidas.

Porém o Matrix poderia tornar-se bem mais eficiente se ao seu sistema de gestão fosse acrescentado o registo da obra ou da peça para que determinada ferramenta foi utilizada. Com este registo seria possível saber quais foram as ferramentas utilizadas na maquinaria de determinada peça, quais os consumos de ferramentas que determinada obra teve e com isso quais os custos de ferramentas que se obtém no fabrico de determinado produto. Perante esta informação poder-se-ia efetuar uma posterior análise de custo da obra com maior rigor e posteriormente obter orçamentos mais reais e fiáveis.

#### 6.2.4. Vantagens e Desvantagens

O controlo de todos os *stocks* é essencial para o bom e correto funcionamento da empresa. Na Tabela 18 estão mencionadas as vantagens e desvantagens associadas à correta manipulação dos *stocks*.

Tabela 18 – Vantagens e desvantagens da boa utilização dos *stocks*

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"><li>• Conhecimento a tempo real do inventário dos <i>stocks</i>;</li><li>• Preparação mais rápida e eficiente;</li><li>• Inexistência de atrasos por confiabilidade nos <i>stocks</i>;</li><li>• Planeamento mais eficiente.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ocupação de espaços;</li><li>• Custos de posse.</li></ul>

#### 6.3. Planeamento

O planeamento é uma das ferramentas mais importantes relativas à organização duma empresa, além de ser uma ferramenta que tem vindo a faltar à empresa. Atualmente o planeamento é efetuado numa reunião semanal perante os responsáveis do departamento de preparação e de produção. Nesta reunião além do ponto de situação da produção aborda-se os objetivos para a semana corrente e para a seguinte. A não elaboração de qualquer documento no final da reunião faz com que por vezes certos pormenores, tais como datas, prioridades, disponibilidade de materiais ou entrega de produtos sejam esquecidos e depois os objetivos propostos para essa semana poderão ser colocados em causa.

É essencial que a empresa crie o seu planeamento, e que este seja registado em papel ou informaticamente, para que todos saibam o que fazer e com que ordem de prioridades executar, pois só assim é que todos os colaboradores da empresa conseguirão trabalhar para os mesmos objetivos e seguir o mesmo rumo.

Desde o dia 1 de Setembro de 2011, já por diversas vezes foram levadas a cabo algumas tentativas para elaboração de um planeamento, mas todas as tentativas fracassaram por diversos motivos, desde falta de credibilidade do planeamento proposto, organização, métodos, motivação ou interesse por parte da administração empresa.

### 6.3.1. Propostas desenvolvidas

Durante o estágio foram desenvolvidas algumas propostas para implementação de um planeamento na empresa, com o intuito de melhorar o funcionamento da mesma. Um dos primeiros passos dados foi a elaboração de um quadro idêntico ao da Tabela 19.

Tabela 19 – Carga do posto de trabalho Nexus

Nexus						
Enc.	Obra	Peça	Qtd	Prazo Cliente	Tp. Prev [h]	Tp. Real [h]
7605	5590	C-MKE-KG99-001/G/STUS	54	25-11-2011	15	
14124	3967	333417TOUS3/B/R190/STFOC	44	02-12-2011	5	
14124	3968	333417TOUS4/C/R190/STFOC	44	02-12-2011	5	
14124	3978	2Y1820/D/STUS	42	02-12-2011	6	
14124	3979	2Y1821/B/STUS	48	02-12-2011	10	
14124	3981	2Y1823/C/STUS	41	02-12-2011	2	
14124	3982	2Y1824/C/STUS	48	02-12-2011	3	
14124	3989	2Y1834/B/STUS	48	02-12-2011	6	
14124	3996	2Y1844/A/STFOC	48	02-12-2011	49	
14124	4004	2Y1915/B/R35/STUS	7	02-12-2011	0,5	
14124	4008	2Y1967/C	54	02-12-2011	4,8	
15432	5743	41608/STFOC	6	02-12-2011	3	
15510	5735	468-22-260/STFOC	1	02-12-2011	0,28	
15512	5888	482-08-0173/1/STFOC	2	02-12-2011	2,33	
14124	3988	2Y1833/B/STUS	48	02-12-2011	7	
14124	3999	2Y1847/D/STUS	6	02-12-2011	1	
14040/1	3757	01505/A/STUS	12	23-12-2011	10	
					129,91	

A elaboração da Tabela 19 foi feita através dos dados introduzidos no sistema. Quando se elaborava esta tabela todas as semanas eram consultadas todas as obras que restavam entregar ao cliente para serem retiradas todas as durações das etapas que faltavam para completar a obra. O objetivo desta tabela era prever qual a carga esperada para cada posto de trabalho semana após semana. A Tabela 19 é um exemplo de como era elaborada a tabela, neste caso para o torno Nexus.

A Tabela 19 além de mencionar todas as obras que devem passar pelo Nexus em determinada semana, contém outras informações tais como, número de encomenda do cliente, desenho da peça, quantidades, prazo do cliente, duração prevista para a realização das atividades e um campo em branco designado tempo real. Neste campo era pretendido que os chefes dos respetivos postos de trabalho colocassem o tempo que realmente foi necessário para realizar as operações de cada obra. A ideia era no final da respetiva semana recolher os quadros e corrigir os tempos de maquinaria teóricos se necessário, para numa posterior solicitação para maquinaria das mesmas peças o tempo previsto fosse mais próximo da realidade, tornando assim a previsão mais realista. Como referido anteriormente, o principal objetivo da elaboração desta tabela era prever a carga de cada posto, para depois se tomarem certas ações. Se o posto estivesse sobrecarregado, possivelmente decidia-se fazer certas obras por subcontratação ou agendava-se novo prazo de entrega. Porém, se o posto tivesse baixa carga prevista antecipava-se a produção das semanas seguintes para que nessas semanas a produção não estivesse sobrecarregada.

A elaboração da Tabela 19 como previsão da sobrecarga dos postos nunca funcionou como o esperado, pois esta nunca teve o resultado desejado junto da produção. Um parâmetro essencial para a elaboração deste quadro era o tempo previsto para a execução das tarefas e caso o tempo não fosse próximo da realidade a credibilidade deste plano seria fraca. Os chefes de equipa não se mostraram recetivos a colaborar com o plano de cargas, pois não corrigiam as durações das atividades (preencher o espaço em branco), não organizavam as atividades dos seus postos em função do plano de carga e por vezes não faziam a picagem no seu posto de trabalho e conseqüentemente algumas atividades que já estavam finalizadas apareciam no plano de carga como não realizadas, daí a falta de credibilidade. Além disso, o plano de carga pouco contribuiu para a empresa aliviar a carga dos respetivos postos, pois estes planos só eram elaborados para uma semana de trabalho visto que a sua elaboração era bastante demorada, devido às inúmeras obras a produzir e às variadas operações a realizar. Como os planos eram elaborados para cada semana, seria bastante apertado tomar decisões para a realização de subcontratação ou negociação de novos prazos de entrega.

Mais tarde, com o melhor conhecimento do aplicativo de gestão da empresa (*Clipper*) começou-se a retirar planeamento para cada posto de trabalho. Um exemplo deste planeamento é o representado na Tabela 20.

**Tabela 20 – Planeamento obtido através do aplicativo de gestão**

Obra	Data	Tempo [h]	Designação	Qtd	Temp. Total [h]	Prazo de Cliente	Desenho
8006	05-03-2012	7,35	COULISSEAU PRE-MONTE	20,00	20,01	09-03-12	11060I/B/STFOC
7848	05-03-2012	4,96	MOYEU ARBRE CLAVETE	17,00	19,00	02-03-12	468-24-123/D/STFOC
7786	05-03-2012	16,00	CHARNIERE FIXE RELEVEUR	408,00	171,00	09-03-12	F053182187312/STUS
8006	06-03-2012	12,66	COULISSEAU PRE-MONTE	20,00	20,01	09-03-12	11060I/B/STFOC
7786	06-03-2012	16,00	CHARNIERE FIXE RELEVEUR	408,00	171,00	09-03-12	F053182187312/STUS
7786	07-03-2012	16,00	CHARNIERE FIXE RELEVEUR	408,00	171,00	09-03-12	F053182187312/STUS
7331	07-03-2012	13,21	MOYEU ARBRE CLAVETE	30,00	32,00	09-03-12	468-24-123/D/STFOC
7266	07-03-2012	0,30	STRUCTURE PLACAGE ENTREE	30,00	16,50	09-03-12	468-23-0368/D/STFOC
8005	08-03-2012	1,75	SUPPORT	5,00	1,75	09-03-12	32485/STFOC
7786	08-03-2012	16,00	CHARNIERE FIXE RELEVEUR	408,00	171,00	09-03-12	F053182187312/STUS
7348	08-03-2012	5,05	STRUCTURE PLACAGE ENTREE	15,00	9,00	09-03-12	468-23-0368/D/STFOC
7331	08-03-2012	16,00	MOYEU ARBRE CLAVETE	30,00	32,00	09-03-12	468-24-123/D/STFOC
7266	08-03-2012	16,00	STRUCTURE PLACAGE ENTREE	30,00	16,50	09-03-12	468-23-0368/D/STFOC
8012	09-03-2012	0,67	AXE	2,00	0,67	09-03-12	457-23-412/STFOC
7786	09-03-2012	16,00	CHARNIERE FIXE RELEVEUR	408,00	171,00	09-03-12	F053182187312/STUS
7348	09-03-2012	3,96	STRUCTURE PLACAGE ENTREE	15,00	9,00	09-03-12	468-23-0368/D/STFOC
7331	09-03-2012	2,79	MOYEU ARBRE CLAVETE	30,00	32,00	09-03-12	468-24-123/D/STFOC
7266	09-03-2012	0,20	STRUCTURE PLACAGE ENTREE	30,00	16,50	09-03-12	468-23-0368/D/STFOC

O aplicativo de gestão da empresa elabora o sequenciamento das atividades para cada posto de trabalho. Na Tabela 20 está representado o sequenciamento das atividades para os Centros Pequenos Horizontais que são compostos por duas máquinas (H400 e FH480). Pela leitura da Tabela 20 verifica-se que o sistema aloca para cada dia da semana as obras que deverão ser efectuadas, os tempos que elas demorarão na máquina nesse dia (tempo), o nome da peça a maquinar (designação), quantidade de peças a produzir para cada obra (Qtd), tempo total para realização de toda a obra em determinado posto (tempo total), o prazo de entrega (prazo de cliente) e o número do desenho a produzir (desenho).

Para a elaboração do sequenciamento das atividades o sistema sabe que a empresa trabalha a 100% da capacidade durante dois turnos e no terceiro turno a uma capacidade bastante reduzida (3 ou 4 trabalhadores para 14 máquinas). Por isso, para cálculo das atividades, a empresa só considera o funcionamento durante 2 turnos por dia (16 horas diárias). Como os Centros Pequenos Horizontais são compostos por duas máquinas, esta secção poderá trabalhar numa semana 160 horas (2\*16\*5). Se não for possível realizar todas as obras previstas para essa semana, o sistema

assinala a vermelho as atividades que não conseguirá efetuar perante a capacidade disponível. Desta forma, torna-se mais fácil à gestão da produção prever essas situações podendo tomar decisões para que a sobrecarga possa ser eliminada.

Atualmente a empresa desconhece qual é o algoritmo que está por de trás da gestão do planeamento, ou seja, não se sabe quais são os critérios utilizados pelo aplicativo para elaboração do mesmo planeamento. Já se questionou o representante do *Clipper* quais os critérios que este utiliza, assim como algumas anomalias que surgem na elaboração deste mesmo planeamento, mas até ao momento nenhuma resposta foi prestada. Uma das anomalias verificadas, está representada a vermelho na Tabela 20, pois não se percebe porque é que o programa define a realização de 5 obras no dia 08-03-2012, com uma duração de 54,8 horas ( $1.75+16+5.05+16+16$ ) sabendo que este posto só trabalhará 32 horas por dia ( $16 \times 2$ ).

Devido a este conjunto de irregularidades que demoram a ser resolvidas, a execução de um planeamento com as atividades todas sequenciadas para cada posto de trabalho ainda não foi posto em prática.

### 6.3.2. Proposta para funcionamento do planeamento

Para a empresa será muito importante que o planeamento seja processado pelo aplicativo de gestão utilizado pela empresa, ou por um outro aplicativo porque o número de obras a planear para cada semana são imensas, daí a necessidade do processamento ser efectuado por aplicativo informático. Porém o aplicativo, ao contrário do existente, terá que permitir a sua manipulação, para que seja possível criar um plano e uma sequência de fabrico que obedeçam a uma série de critérios definidos pelo utilizador. O programa deverá definir o planeamento com base nos seguintes critérios:

- **Prazo da encomenda:** elaboração do planeamento em função dos prazos de entrega, de forma a garantir que as obras com o prazo de entrega mais recente sejam as primeiras a entrar em produção e as primeiras a serem terminadas;
- **Importância de encomenda:** por vezes existem encomendas que podem conter algum atraso, pois o seu atraso trará prejuízos para a empresa ou para o cliente. Com este critério as encomendas assinaladas seriam de execução prioritária para que estas fossem entregues ao cliente no prazo indicado;

- **Duração das atividades:** dentro de uma seleção de obras a sua sequência poderá ser definida em função da duração das atividades, dando preferência às obras mais demoras ou vice-versa;
- **Faturação:** dependendo da situação, a produção também poderá produzir em função de objetivos de faturação, ou seja, para a elaboração do planeamento o programa poderá realizar em função do montante a faturar, para que no final da semana os objetivos mínimos sejam cumpridos sem que o cumprimento do prazo nas entregas das encomendas possa ser colocado em causa;
- **Tempos de ciclo:** os tempos de ciclo das diferentes subcontratações (atividades exteriores) devem estar bem definidos, para que o programa ao alocar as atividades possa garantir que a peça com necessidade de uma atividade exterior possa ser entregue no devido prazo de entrega. Por exemplo, uma peça que necessite de fazer uma têmpera, deve estar terminada de maquinagem alguns dias antes do prazo de entrega, para haver tempo da realização da mesma e estar pronta para enviar para o cliente no dia inicialmente proposto. Daí a necessidade de definir os tempos de ciclo de cada subcontratação para o programa dar prioridade à realização destas obras.

### 6.3.3. Condições de funcionamento

Para o planeamento ter o funcionamento desejado é necessário que este seja executado por toda a comunidade laboral, desde a administração até ao colaborador. Como o nome indica, planear é definir uma sequência de prioridades que devem ser respeitadas e executadas por toda a comunidade laboral, para que no final os objetivos inicialmente previstos sejam todos cumpridos.

Para implementar o planeamento na empresa é necessário que a administração tenha a perfeita consciência da sua utilização. Além disso é necessário que a administração se mostre decidida a utilizar o planeamento, pois só assim este terá a aceitação desejada junto de todos os colaboradores. Para levar a cabo um planeamento é essencial que existam equipas multidisciplinares capazes de realizar diversas tarefas de forma eficaz. Outros pontos fulcrais no funcionamento do planeamento são a comunicação existente os vários departamentos e a capacidade organizacional da empresa e de cada colaborador.

Além das condições referidas para que o planeamento tenha o sucesso desejado é necessário cumprir outras condições, como por exemplo, a correta



definição das gamas de fabrico, os tempos previstos para a execução devem ser o mais próximos possíveis da realidade e a colaboração de toda a comunidade laboral.

#### **6.3.3.1. Gamas de Fabrico**

A definição duma gama de fabrico vai definir o percurso da obra por toda a produção, desde a remoção do *stock* de matérias-primas até à expedição da encomenda. A gama de fabrico ótima é aquela que define o melhor percurso da obra, ou seja, é o percurso que a obra tem de efetuar para no final se obtenha a peça com a qualidade esperada, com o menor custo para a empresa. Esta gama de fabrico ótima só é possível de efetuar com o tempo adequado para a complexidade da obra e por vezes com a integração da produção na sua definição.

Depois de efectuada a gama, a obra só terá de realizar o percurso definido. Se o percurso não se verificar a credibilidade do planeamento pode também ser colocada em causa, pois se determinada obra não passar por um posto de trabalho inicialmente proposto, o aplicativo irá sempre assumir que aquela obra não está pronta de produção, e irá criar uma sobrecarga nesse posto de trabalho até que alguém corrija a irregularidade. Por outro lado, o não cumprimento da gama operatório também trará os seus custos para a empresa, pois se a preparação utilizou o seu tempo a definir o melhor percurso com os menores custos para empresa, à partida o não cumprimento da gama definida trará imediatamente mais custos juntando o tempo que passou a ser considerado perdido na preparação para a elaboração da gama de fabrico. Porém depois de preparada e já na produção, pode-se deparar que a gama de fabrico não é adequada. Nesse caso, o percurso dela na produção será alterado, juntamente com a gama operatória, para que numa próxima vez, a peça tenha a gama de fabrico correta.

#### **6.3.3.2. Tempos Previstos**

Se os tempos previstos para cada fase do posto de trabalho não forem próximos dos tempos de execução, além do acréscimo de custos da obra, o correto funcionamento do planeamento será colocado em causa, pois os objetivos propostos para uma semana não serão cumpridos, sobrecarregando de imediato a produção da semana seguinte aumentando assim a probabilidade de serem cometidos atrasos. Neste momento a previsão dos tempos está dependente da experiência e do conhecimento do responsável pela produção, o que pode ser benéfico ou prejudicial para a empresa.

Como o nome indica tempos previstos não passam de uma previsão, que por vezes estão próximas da realidade e outras bem distantes. Nos dias de hoje já é

possível simular a maquinagem das peças utilizando-se aplicativos CAM, que permitem obter tempos estimados para a respetiva maquinagem.

#### **6.3.3.3. Colaboração da comunidade laboral**

A colaboração da comunidade laboral é fundamental para a organização da empresa e para a sua competitividade. A colaboração com o planeamento também é importante, pois só assim é possível cumprir com os objetivos propostos.

A realização dos trabalhos em cada posto de trabalho pela ordem inicialmente proposta é importante para o correto funcionamento da produção. Além disso, a picagem de início e de fim de fabrico de cada fase é fundamental para todo o sistema, pois este assim “saberá” em cada instante onde as obras se situam, quais as fases de cada obra que já foram terminadas, e qual o tempo de execução de cada obra que posteriormente será útil para efetuar a análise entre tempos previstos e realizados, e determinar os custos de cada obra em cada posto produtivo.

As obras que sejam concluídas a partir do *stock* de produtos acabados não devem ser colocadas em produção, pois assim as fases necessárias para o fabrico da obra não irão estar alocadas aos respetivos postos de trabalho.

As fases que necessitem de subcontratação devem ser devidamente assinaladas no sistema, nomeadamente as fases que depois de realizada a preparação se decide que essas fases não são efectuadas na empresa porque a empresa não tem capacidade ou tem o posto sobrecarregado. Desta forma as fases referidas como subcontratação são retiradas do sistema, pois este “sabe” que a fase se realizará no exterior durante um tempo previamente definido.

#### **6.3.4. Vantagens e desvantagens**

A implantação do planeamento traz consigo vantagens e desvantagens que são descritas na Tabela 21.

Tabela 21 – Vantagens e desvantagens da implantação do planeamento

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior eficiência produtiva;</li> <li>• Maior cumprimento dos prazos;</li> <li>• Todos caminham para o mesmo rumo;</li> <li>• Melhora a comunicação;</li> <li>• Motiva as pessoas;</li> <li>• Decisões mais organizadas e precisas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insegurança nas previsões;</li> <li>• O planeamento pode causar demora nas acções;</li> <li>• Rigidez na organização.</li> </ul>

#### 6.4. Controlo da produção

Com o controlo de produção pretende-se acompanhar em tempo real todo o processo produtivo da empresa. Desta forma seria possível saber em tempo real quais as obras que estão em cada posto de trabalho, quais as obras terminadas em cada posto e quais os postos atrasados, comparativamente com o que tinha sido planeado. Perante esta informação poderiam ser tomadas decisões ao nível da produção com o intuito de corrigir qualquer anomalia para melhorar os níveis produtivos.

Para um maior controlo, análise e monitorização da produção propõe-se que a introdução de indicadores de desempenho no aplicativo de gestão da produção como a finalidade de informar em tempo real, o desempenho de todo processo produtivo.

A finalidade do indicador de desempenho era de uma forma simples e eficaz indicar se a produção se encontrava atrasada ou adiantada comparativamente com o inicialmente planeado. Um exemplo de um possível *layout* apresentado pelo programa para este indicador é o da Figura 61.

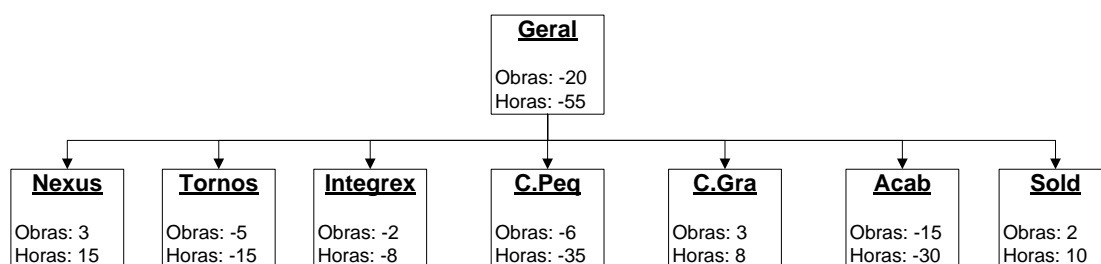


Figura 61 – Indicadores do estado da produção

No modo geral, com o indicador proposto na Figura 61 é possível verificar quais são as obras que estão atrasadas juntamente com o número de horas de atraso adjacentes a estas obras. Se as obras estiverem atrasadas os seus indicadores serão negativos, caso as obras estejam adiantadas os indicadores serão positivos. Perante

estes indicadores cabia aos responsáveis pela gestão da produção, tomar medidas que fossem de encontro aos objetivos da empresa.

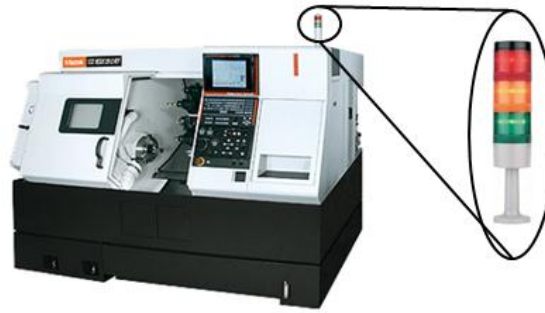
Com o indicador apresentado na Figura 61 além de saber qual a situação da empresa seria possível saber quais são os postos que contribuem para o estado da produção, para que depois as decisões se tornem mais eficazes e rápidas. Por exemplo, observando o posto Nexus verifica-se que está adiantado 3 obras com um tempo correspondente a 15 horas relativamente ao que inicialmente foi planeado. O posto de Tornos está atrasado 5 obras, que correspondem a 15 horas comparativamente com o que foi inicialmente previsto. Perante esta situação a produção poderia alocar obras dos Tornos para o Nexus, sabendo à partida que o custo de produção no posto Nexus é superior ao dos Tornos. A produção poderia ainda tomar outras medidas, tais como subcontratar serviços ou propor o adiamento das entregas das encomendas ao cliente.

O conhecimento do rendimento de um posto de trabalho ou de uma máquina também é importante para a gestão, pois com este conhecimento seria possível a realização de planeamentos mais otimistas assim como a identificação dos postos ou máquinas que precisariam de ser alvo de melhoria. O cálculo do rendimento de um posto ou de uma máquina poderia ser calculado a partir das horas picadas em cada posto de trabalho durante um período de tempo, sobre a capacidade do mesmo posto ou máquina, como demonstra a equação 2.

$$\text{Rendimento de posto/máquina} = \frac{\text{Horas picadas}}{\text{Capacidade[h]}} \times 100 \quad (2)$$

A equação seria a ideal para determinar o rendimento efetivo dos postos ou das máquinas. Porém os resultados obtidos nos centros de maquinagem seriam enganadores, porque as horas picadas não corresponderiam ao tempo útil de trabalho daquele posto ou máquina. Ou seja, nestas horas picadas estariam tempos mortos correspondentes a preparação das máquinas, fixação das peças, programação do código G, entre outros. Estes tempos são alguns dos principais desperdícios da empresa.

Para determinar o rendimento real das máquinas sugere-se a um introdução de um dispositivo nas máquinas que fosse capaz de quantificar o tempo que estas efetivamente produziam. Este dispositivo poderia ser o Andon como indicado na Figura 62.



**Figura 62 – Aplicação do Andon às Máquinas CNC.**

Com a aplicação do Andon nas máquinas seria então possível determinar quais os rendimentos de cada uma das máquinas. Como se pode verificar na Figura 62 este dispositivo têm três cores (vermelho, amarelo e verde) que ficam acesas em função do estado da máquina. Se a luz acesa for a vermelha a máquina está em condições para produção mas não se encontra a produzir, se a luz acesa for a verde a máquina encontra-se em produção e se a luz acesa for a amarela a máquina encontrou alguma anomalia ou encontra-se em manutenção, por isso não se encontra em funcionamento. A ligação do sistema Andon a um computador permitiria que este registasse o funcionamento de cada máquina, para quando fosse necessário analisar o estado, rendimento e evolução de cada máquina a partir de um simples computador. Desta forma o rendimento de cada posto ou máquina passaria a ser calculado da seguinte forma:

$$\text{Rendimento de Posto/Máquina} = \frac{N^{\circ} \text{ horas verde}}{N^{\circ} \text{ horas verde} + N^{\circ} \text{ horas vermelho}} \times 100 \quad (3)$$

Com a introdução do sistema Andon será também uma vantagem para os operadores de máquina, pois quando a máquina terminar o seu trabalho ou quando detetar alguma anomalia durante o seu funcionamento, os operários poderão reagir mais rapidamente, tornando assim a sua máquina ou o seu posto mais produtivo. Além disso, o simples impacto visual das luzes também poderá ser uma vantagem para a empresa, pois os operadores de máquina não quererão que as luzes das suas máquinas estejam vermelhas, pois eles sabem que os responsáveis pela produção não gostarão de visualizar muitas luzes vermelhas, porque isso seria sinal que não se estaria a produzir como o esperado. Desta forma a empresa tornar-se-ia ainda mais competitiva.

Como a empresa exporta praticamente toda a sua produção à sexta-feira, torna-se também interessante a existência de um indicador que fosse capaz de medir o balanço financeiro da semana como demonstra a equação 4.

$$\text{Balanço semanal} = \text{Volume Facturado} - \text{Custos} \quad (4)$$

O indicador do balanço semanal seria então calculado com base na diferença do volume faturado durante a semana e os custos de produção dessa mesma semana. Com a existência deste indicador seria mais fácil à empresa avaliar a sua evolução ao longo do tempo.

### 6.5. Não Conformidades

Qualquer não conformidade é uma despesa acrescida para a empresa, quer esta seja registada ou não. Atualmente nem todas as não conformidades são registadas, devido a alguns fatores tais como: a pessoa que é responsável pela sua abertura não se encontra disponível ou pelo tempo que demora o procedimento de abertura de não conformidade.

A utilização de vários papéis para a abertura de não conformidades além de não ser eco sustentável, é também uma fonte de desperdícios, pois além do custo de papel também tem que ser levado em conta o tempo perdido pelos colaboradores para abertura da não conformidade.

Para abertura das não conformidades são normalmente utilizadas 2 folhas, que se encontram no Anexo F. Na primeira folha o colaborador que detetou a não conformidade descreve manuscritamente a obra a que pertence a não conformidade, a quantidade não conforme, a descrição da não conformidade e o autor. Depois, esta folha segue para o gabinete de preparação onde será aberta uma não conformidade no sistema de gestão da empresa. Depois será impressa uma outra folha para o autor da não conformidade, responsável da produção assinarem a folha e tomarem conhecimento da ocorrência da mesma. Após a assinatura e a tomada de conhecimento da não conformidade, o departamento de preparação efetua a devida preparação, alocando o material necessário e imprime uma nova folha que seguirá a obra por toda a produção.

Uma forma de diminuir os custos e o tempo de abertura das não conformidades seria o colaborador ou seu chefe a partir do seu posto de trabalho registar a ocorrência de não conformidade. O registo podia ser criado a partir de uma folha previamente definida, onde fosse possível mencionar a seguinte informação: número da obra que ocorreu a não conformidade, as quantidades de peças não conformes, a causa da não conformidade, o local de ocorrência da não conformidade (máquina/posto de trabalho) e o autor da respetiva não conformidade. Depois de preenchidos estes campos os operadores enviariam, via mensagem eletrónica, com

conhecimento do departamento da produção, o registo da não conformidade para o departamento da preparação, que se ocupava de fazer a respetiva preparação e imprimir a folha de gama de produção que acompanharia a execução da não conformidade por toda produção. Desta forma passaria a ser necessária a utilização de uma só folha e com isso a informação fluía mais rapidamente por toda a empresa, diminuindo também o tempo necessário para abertura das não conformidades e o custo da abertura da mesma.

Além da alteração da formalidade para abertura das não conformidades propõe-se também o acréscimo de registo de informações que poderão ser importantes para uma futura análise. Na Figura 63 é apresentada a informação que deverá ser obrigatoriamente registada na abertura de uma não conformidade.

Informação Registada	Acréscimo de informação
<ul style="list-style-type: none"><li>• Nº de Obra;</li><li>• Quantidade não conforme;</li><li>• Data;</li><li>• Descrição;</li><li>• Causa;</li><li>• Autor.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Origem da não conformidade (máquina ou posto de trabalho).</li></ul>

**Figura 63 – Registo de não conformidades**

Além da informação já registada, deverá ser obrigatoriamente registado o posto de trabalho e/ou a máquina em que a não conformidade teve origem para que seja possível verificar se algum posto ou máquina terão influência no aparecimento de não conformidades. Em todas as não conformidades além da origem, deverá ser mencionado o seu autor, ou seja, o registo do autor da não conformidade também deverá ser sempre registadas, situação que atualmente não se verifica. Perante estes dados a análise das não conformidades torna-se mais correta, podendo a organização tomar as melhores decisões com vista a diminuição da ocorrência e do impacto que estas têm na empresa.

Como se referiu na secção 5.4, a maior fonte de não conformidades tem origem na relação entre a interpretação que o operador de máquina faz do desenho técnico e o programa de CNC que executa. Com a implantação da tecnologia CAM a ocorrência destas não conformidades com estas origens deixariam de acontecer, pois o programador executava o programa a partir do desenho 3D, depois poderia simular a maquinagem, prever colisões, invasões, entre outras coisas. Posteriormente, passava o programa criado para a respetiva máquina e efetuava a devida

maquinagem. No capítulo 6.6 são referidas as principais aplicações das ferramentas CAM.

Se os programas não forem executados com recurso a ferramentas CAM, poderão ser executados num outro posto de trabalho (num computador) ao invés do que sucede actualmente. Ou seja, em vez de os operadores de máquina elaborarem o código G nos controladores das máquinas, poderão elaborá-lo num ambiente mais sossegado onde não haja tanto ruído e onde a concentração do operador no seu trabalho possa ser a melhor.

O controlo dimensional intermédio, já utilizado pela empresa é também uma mais-valia para a diminuição dos custos adjacentes às não conformidades. Porém, o controlo dimensional também terá os seus custos, pois enquanto se executa o controlo dimensional não se produz, mas verifica-se a qualidade do que se está a produzir. Torna-se por isso importante controlar as peças em função da sua complexidade e do tamanho do lote. Ou seja, se uma obra exigir a realização de diversas operações morosas, é necessário realizar controlo intermédio durante as operações para garantir que não seja acrescentado valor a peças não conformes. Por sua vez, quando se produz a mesma peça em consideráveis quantidades é necessário proceder ao controlo de algumas peças, dependendo do tamanho da amostra, para garantir que o processo de produção está controlado.

Outra causa que está na origem de não conformidade são os dispositivos de aperto, que por vezes a sua utilização pode originar deslocamentos ou vibrações. No Anexo I são apresentados alguns sistemas de aperto que existem no mercado.

## **6.6. Aposta na ferramenta tecnológica, o CAM**

A ferramenta CAM (ver Anexo J) já é utilizada na empresa em departamentos distintos, no departamento da qualidade para medição de componentes através da CMM e na produção através do uso aplicativo *Powermill*<sup>13</sup> que funciona como ferramenta de auxílio à maquinagem.

A utilização do *Powermill* não tem sido devidamente aproveitada porque quem o utiliza são os chefes de máquina, operadores de máquina, que são bons programadores CNC mas não estão tão familiarizados com os aplicativos CAM como estão com a programação CNC. O facto de não se usar a ferramenta CAM é por si só

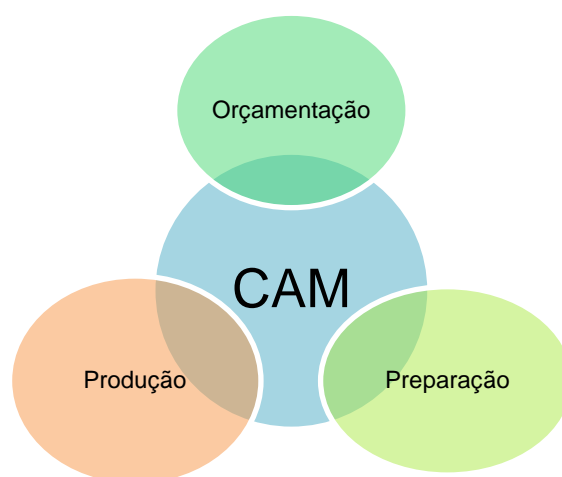
---

<sup>13</sup> Aplicativo CAM desenvolvido pela *DelCAM*



um desperdício, além de não se utilizar uma ferramenta com bastante potencial o custo da sua licença é elevado (cerca de 17.000€).

Estando a empresa na posse do *Powermill* com um custo de licença elevado, propõe-se que a empresa nomeie algum colaborador dos seus quadros ou contracte outro para assumir as tarefas de um programador CAM. Este posto passará a ser um posto bastante útil para empresa, pois irá colaborar com praticamente todos os departamentos da empresa. Na Figura 64 encontram-se os departamentos com que o posto de programação CAM passaria a colaborar.



**Figura 64 – Funcionamento do posto de programação CAM**

Como demonstra a Figura 64 o posto de programação CAM passaria a colaborar com a orçamentação, produção e preparação, funcionando como uma ferramenta de produção integrada.

#### **6.6.1.1. CAM na orçamentação**

Na orçamentação o posto de programação CAM passaria a ter um papel importante na estimativa de tempos para maquinagem das peças solicitadas. A estimativa de tempos de maquinagem é obtida após a simulação de maquinagem, cujo tempo de programação varia substancialmente, dependendo da complexidade da peça e dos parâmetros exigidos. O uso do CAM na orçamentação seria efetuado segundo a filosofia e/ou critério adotado pela empresa, ou seja os programas elaborados para obtenção dos tempos poderia ser realizados com base em dois princípios. Se a empresa pretendesse obter o tempo estimado o mais rápido possível, o posto CAM terá de elaborar o programa o mais rápido possível, com o intuito de obter rapidamente um tempo indicativo para maquinagem. Porém se a empresa pretendesse obter um tempo realista e o programa final já para a maquinagem da peça, o posto CAM levará bem mais tempo a realizar este programa. Como à empresa

não são adjudicadas a maioria das encomendas orçamentadas, o uso do CAM em todos os orçamentos poderá tornar-se uma grande fonte de desperdício para a empresa. Por isso, a obtenção de tempos de maquinagem através do uso da ferramenta terá de ser uma decisão assente com base em critérios definidos pela empresa.

A orçamentação continuará então a funcionar como até ao momento. Porém quando o posto CAM for solicitado pela orçamentação, terá de elaborar um programa CAM e com base neste programa transmitirá para a orçamentação o tempo indicativo para maquinagem. Estes tempos poderão depois ser ajustados com base em alguns fatores que posteriormente seriam definidos pela orçamentação ou pela própria empresa. O programa elaborado para a orçamentação poderá ser útil para a preparação e produção para definir as gamas de fabrico, tempos de maquinagem em cada posto, ferramentas a utilizar em cada operação e até mesmo a maquinagem das peças.

#### **6.6.1.2. CAM na Preparação**

O uso da ferramenta CAM também seria uma mais-valia para a preparação, pois a seu uso tornaria os tempos utilizados para a maquinagem das peças mais credíveis e mais próximos da realidade, tornando também desta forma o planeamento mais eficaz.

Se anteriormente na orçamentação os tempos de maquinagem já tivessem sido estimados, estes serviriam para a preparação os utilizarem na duração das atividades em cada posto de trabalho. Além disso, tornaria mais rápida e eficiente a realização da preparação, pois anteriormente já tinham sido os tempos juntamente com as gamas de fabrico definidos.

A preparação também poderá solicitar junto do posto de CAM informações relativas à produção das peças, tais como tempos de maquinagem, gamas de fabrico, ferramentas utilizadas nas diferentes operações ou até mesmo o código G para elaboração das obras. Depois de executada a programação CAM, transmitiria para a preparação a duração de cada atividade, as dimensões da matéria-prima para maquinagem, as ferramentas a utilizar para cada operação e o código G a utilizar para a maquinagem de cada obra. Desta forma, a folha de gama de produção passaria a estar mais completa, pois passaria a conter mais informações técnicas, como por exemplo, as ferramentas a utilizar na execução de cada peça, a posição que ocupariam no carrossel da máquina, e o número ou nome do programa que utilizariam para a maquinagem das peças.

Como é óbvio não se poderá exigir ao posto de CAM (inicialmente constituído por uma pessoa), a execução de todos os programas, e toda a informação anteriormente mencionada, pois este posto não teria a capacidade para a realização de todas estas tarefas. Com este tipo de preparação o planeamento das atividades passaria a ter mais importância na empresa, a preparação seria mais completa e eficiente e os tempos mortos durante a produção reduziriam significativamente.

#### **6.6.1.3. CAM na Produção**

O CAM é uma ferramenta para ser usada essencialmente na produção, para diminuir os tempos mortos de produção (máquinas paradas para programação, procura das ferramentas, etc...), reduzir o aparecimento das não conformidades, aumentar a qualidade e precisão durante a execução das diferentes atividades.

O uso da tecnologia CAM tornar-se-ia uma ferramenta importante para empresa, pois com a sua utilização as máquinas passariam a ser mais produtivas, os erros que surgem na programação manual deixariam de existir e o tempo de programação necessário para a codificação de cada peça reduziria significativamente.

O sucesso da implementação da ferramenta CAM na produção dependerá da comunicação entre a produção e o posto CAM, ou seja, para o CAM ter o sucesso esperado é necessário que o programador CAM e os operadores das máquinas estejam em sintonia, pois para a elaboração de um programa CAM é necessário definirem-se ferramentas, velocidades, apertos e a sequência de atividades. Depois do programa CAM elaborado, este passará para a produção juntamente com um documento, onde seriam indicadas quais as ferramentas e as posições que estas ocupariam no carrocel da máquina, como serão realizados os apertos e qual a sequência de atividades a executar para a obtenção das peças finais. A comunicação entre o posto CAM e os operários das máquinas seria essencial para o aumento da produtividade e a obtenção de peças com melhor qualidade e precisão.

#### **6.6.2. Vantagens e Desvantagens do CAM**

Na Tabela 22 estão mencionadas as principais vantagens e desvantagens associadas ao uso do aplicativo CAM.

**Tabela 22 – Vantagens e desvantagens associadas ao uso do aplicativo CAM.**

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integração de diversos departamentos;</li> <li>• Aumento de produtividade;</li> <li>• Programação mais rápida que a programação manual;</li> <li>• Diminuição de tempos mortos;</li> <li>• Tempos indicativos para maquinagem mais próximos da realidade;</li> <li>• Não ocorrência de não conformidades associadas à interpretação de desenhos e programação manual;</li> <li>• Melhoria contínua da programação.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custos de licença de manutenção do aplicativo elevados;</li> <li>• Necessidade de pós processadores.</li> </ul>

O programa CAM atualmente presente na empresa, apesar de ser uma ferramenta poderosa para a programação, só pode ser utilizado para operações de fresagem.

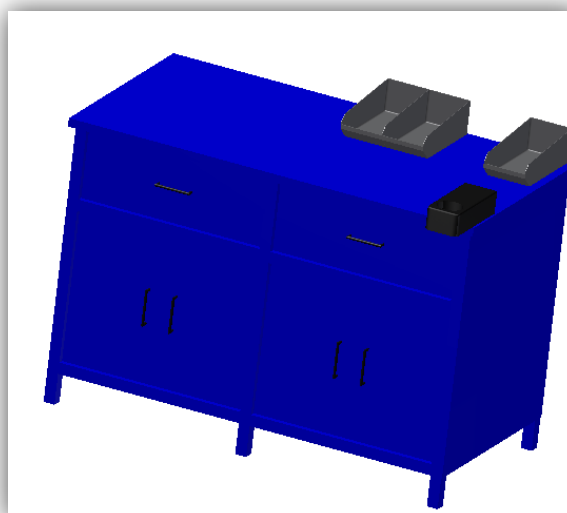
### 6.7. Implantação dos 5 S

Hoje em dia a aplicação dos “5 S” (arrumação, limpeza, asseio, pôr tudo em ordem e formação moral) por parte de uma empresa tem cada vez mais impacto na capacidade competitiva da mesma. Na TSF a filosofia 5 S poderá também ser aplicada com o intuito de diminuir os desperdícios e custos com o intuito de aumentar a competitividade. Na Figura 65 está representada uma das bancadas de trabalho da empresa.

**Figura 65 – Desarrumação das bancadas**

Como se pode verificar na Figura 65 a bancada encontra-se desarrumada e suja. Na parte superior da bancada encontram-se diversas ferramentas, desde machos, brocas, e pastilhas, calibres utilizados para efetuar medições nas peças, chaves de fendas, entre outras coisas espalhadas por toda a bancada. Na parte inferior da bancada pode-se verificar a existente de cintas, óleo e panos para limpar o local de trabalho ou até mesmo as mãos.

Com este tipo de bancada torna-se mais difícil ao operador organizar-se, encontrar uma ferramenta, o instrumento de medição ou a chave de fendas adequada para determinado serviço. A sujidade da bancada também é um fator de desorganização para o operador, além de tornar o local menos apelativo. Para tornar a bancada de trabalho mais arrumada, limpa e organizada propõe-se que a arrumação seja efetuada de acordo com a ilustração da Figura 66.



**Figura 66 – Ilustração da proposta de bancada**

Com a bancada proposta na Figura 66 os operadores poderão colocar as ferramentas que utilizam na maquinagem das peças (machos, brocas, fresas, discos, pastilhas, etc.) nas caixas ilustradas na parte superior da bancada devidamente identificadas. Nestas caixas também se poderá colocar as chaves utilizadas como ferramentas de aperto. A colocação destas ferramentas na parte superior da bancada serve para os operadores identificarem o mais rápido possível estas ferramentas, que são as mais utilizadas pelos operadores. Sempre que as ferramentas não forem necessárias deverão de ser repostas no mesmo local onde foram retiradas para que a bancada esteja sempre organizada com as ferramentas no devido local, para quando forem posteriormente solicitadas se encontrarem no devido local.

Nas gavetas poderão ser guardadas outras ferramentas que não sejam tão solicitadas como as referidas em cima. Os instrumentos de medição (paquímetros, micrómetros, comparadores, calibres, etc.) devem de ser acondicionados nestas gavetas, pois trata-se de instrumentos de medição, logo não podem estar sujeitos a choques pois poderão interferir na medição das peças e consequentemente o aparecimento das não conformidades. Nos armários podem-se arrumar os óleos, cintas, panos de limpeza ou outras ferramentas de maiores dimensões.

Esta proposta tem o objetivo de manter os postos de trabalho sempre arrumados, organizados e limpos, com as ferramentas acondicionadas nos respetivos locais, com o intuito de diminuir os tempos mortos à procura das ferramentas e com isso aumentar a produtividade da empresa. Além disso o impacto visual de uma bancada arrumada, limpa e organizada seria sempre uma mais-valia para a imagem da empresa.

### **6.8. Registo de manutenção**

A manutenção é vista pela produção como um serviço a curto prazo. A manutenção é a responsável pelo estado e pela conservação dos equipamentos e deve ter uma visão curto prazo para ações curativas, a médio prazo para ações preventivas de avarias importantes e a longo prazo relativamente à vida útil dos equipamentos a serem substituídos. Estes aspetos devem ser definidos pela direção da empresa para se evitarem eventuais conflitos, pois a produção em geral tolera as lubrificações, paragens inesperadas, mas a paragem programada (manutenção preventiva) tem dificuldade em aceitar.

O registo da manutenção ocorrida em cada máquina é importante para se concretizar uma análise de custos de manutenção e da viabilidade e fiabilidade dos equipamentos. Por isso, propõe-se que a empresa elabore o seu próprio caderno de máquina, onde estão mencionadas todas as informações da máquina desde a sua origem, tecnologias associadas e suas performances. Além disso é necessário criar um registo, onde serão mencionadas todas as intervenções realizadas em cada máquina, para uma futura análise.

O caderno de máquina teria ser operacional para ser facilmente consultado e compreendido pelos operadores de cada máquina. Em cada caderno de máquina passariam a estar registadas as seguintes informações [31]:

- Características das máquinas (capacidade, performances, consumos, potência instalada...);

- Lista de acessórios;
- Planos, esquemas elétricos, hidráulicos...;
- Notas de implementação (acondicionamento, fundações, ligações, verificações diversa);
- Notas de funcionamento (partida, regras de comportamento e instruções de segurança);
- Notas de Manutenção (tipos de lubrificantes, pontos a lubrificar, frequências aconselhadas, documentos de ajuda no diagnostico das falhas mais prováveis).

O caderno de cada máquina deve ser elaborado pela empresa em conjunto com o fabricante de cada máquina, que deverá fornecer toda a documentação técnica necessária.

O registo das intervenções da manutenção passariam a descrever cronologicamente todas as intervenções sofridas pela máquina desde o início do registo. A empresa para ter um melhor registo deverá criar uma série de códigos, em que cada um seja possível descrever a causa da falha, a natureza e a gravidade do mesmo. Além destes códigos deverá ficar registado a data da intervenção, o início da reparação, o fim da reparação, o número da intervenção, produtos/equipamentos consumidos, e responsável pela intervenção. Posteriormente, com estes registos será possível analisar os custos e a fiabilidade do equipamento.

### **6.9. Subcontratações**

Atualmente os fornecedores de mão-de-obra são os que apresentam maiores preocupações para a empresa, pois a qualidade dos serviços por vezes não é a esperada e isso reflete-se na ocorrência de não-conformidades.

Derivado ao atraso na realização das encomendas aos fornecedores a entrega das encomendas por parte destes é geralmente tardia, ocorrendo praticamente no dia de entrega das encomendas aos clientes. Depois de rececionar as encomendas dos fornecedores, estas terão que ser obrigatoriamente controladas pelo controlo qualidade e por vezes como o serviço não ficou como o esperado, as encomendas terão de passar primeiramente por outros postos, habitualmente o de acabamentos para se retirar eventuais rebarbas, abrir roscas, retocar furos, etc. Com esta política de subcontratações o controlo de qualidade e acabamentos são postos de clara sobrecarga, pois além de realizarem atividades relativas à produção da empresa, estes postos ainda terão de realizar trabalhos associados às subcontratações que não

estariam previstos. Isto implica uma sobrecarga nos postos de trabalho, pagamento de horas extra, desmotivação de funcionários e o aumento inevitável dos custos para empresa.

Perante isto, propõe-se que se estabeleça contacto com novos fornecedores com raio de ação superior (fornecedores mais distantes) ao existente. Perante esta proposta, seria possível subcontratar serviços em que o seu período de execução fosse superior a 7 dias, tornando possível à empresa estabelecer prazos de entrega mais favoráveis para a TSF, não tão próximos da data de entrega ao cliente para que o controlo de qualidade e de acabamentos não ficassem tão sobrecarregados porque a data de entrega das encomendas por parte dos fornecedores corresponde com o prazo de entrega ao cliente. Desta forma o tempo para efetuar o controlo dimensional era maior, havia tempo para corrigir algumas não conformidades ou alguns defeitos sem comprometer a entrega das encomendas no prazo estabelecido, logo a empresa além de entregar os produtos atempadamente, entregava-os com maior qualidade.

Para a empresa é fundamental que os fornecedores apresentem os seus serviços com boa qualidade e atempadamente, ou seja para a TSF será fundamental que os fornecedores se organizem de forma a cumprir os prazos e a qualidade esperada nos serviços. Uma forma da TSF incentivar a organização dos fornecedores será através do pagamento de coimas por atrasos ou por maus serviços prestados.



## 7. Conclusões

A organização, em qualquer empresa, tanto nos dias de hoje como futuramente, é essencial para o desenvolvimento, crescimento e competitividade, porque cada vez mais existem outras empresas a desenvolver os mesmos produtos, a prestar os mesmos serviços com boa qualidade, maior rapidez de execução e com menores custos. Existem cada vez menos empresas a produzir produtos exclusivos, em que podem definir os preços de venda livremente. O monopólio das empresas tem vindo a diminuir, graças ao desenvolvimento de novos produtos, equipamentos e evolução significativa das competências humanas que fazem as empresas crescer e competir num mercado cada vez mais exigente.

A TSF, Metalúrgica de Precisão é uma prestadora de serviços, que exporta cerca de 90% dos seus serviços, sendo praticamente toda a exportação destinada a França, para as indústrias automóvel, cosmética, aeronáutica ou até mesmo nuclear. A empresa é conhecida pela sua competitividade e pela qualidade dos seus serviços, mas apresenta aspetos a nível organizacional que deverão ser melhorados, para a empresa se tornar mais competitiva, pois se não o fizer poderá ser ultrapassada pela concorrência, num mercado que tem vindo a sofrer uma enorme evolução nos últimos anos.

A não elaboração de um documento onde esteja mencionado o planeamento da sequência das atividades e das tarefas de cada funcionário é a maior lacuna a nível organizacional da empresa. Atualmente, o programa de gestão da empresa (Clipper) é capaz de elaborar o plano de carga para cada posto de trabalho, porém a realização deste é elaborada automaticamente e os critérios para a sua execução não são conhecidos por ninguém na empresa. A elaboração do planeamento deve ser flexível e realizada em função das políticas e/ou objetivos da respetiva empresa em cada instante.

A realização de um bom planeamento é a base de uma boa gestão organizacional, pois com o aumento das tarefas e das informações o planeamento torna-se essencial, pois é lá que estão mencionadas as prioridades das atividades, as tarefas que determinado colaborador terá de executar em cada instante com o intuito de toda a comunidade laboral trabalhar sempre para o mesmo objetivo.

A implementação do planeamento numa empresa só poderá ter sucesso se a vontade da sua implementação e execução vier de “cima para baixo” (da administração até ao operador de máquina) e se existirem condições para que o planeamento possa ser credível e eficiente, nomeadamente o controlo eficaz dos

stocks, elaboração de uma boa preparação (gamas de fabrico e duração das atividades bem definidas) e colaboração de toda a comunidade laboral, o que actualmente não se verifica.

A existência de indicadores capazes de avaliar o desempenho da produção (comparar o que está a ser executado com o que se planeou), o rendimento de cada máquina, de cada secção ou até mesmo o rendimento de cada colaborador são essenciais para que se efetue o controlo da respetiva produção e perante algumas adversidades, possam ser tomadas as melhores decisões. Pode-se então concluir que o planeamento é fundamental para o controlo oficial e que para existir algum tipo de controlo terá de existir algo previamente planeado.

O departamento de preparação é fulcral para o desempenho da produção, ou seja, é neste departamento que são definidas as nomenclaturas, a quantidade de matérias-primas e a gama de fabrico das respetivas encomendas. A existência de atrasos na preparação implica de imediato um atraso no início da produção, sendo por vezes a responsável pelo incumprimento dos prazos de entrega.

O CAM além de ser utilizado na produção poderá ser uma ferramenta que servirá de auxílio à preparação ou até mesmo à orçamentação, pois o CAM além de elaborar de forma automática um programa CNC capaz de comandar todos os movimentos de uma máquina, é capaz de estimar o custo de maquinaria de uma peça e diminuir os erros que surgem na programação manual, que são uns dos desperdícios da empresa. Desta forma o CAM passaria a ser integrado em alguns departamentos, fazendo com que estes se tornem mais comunicativos e eficientes.

Na TSF existem funções que só são executadas por uma pessoa, o que torna a empresa dependente da execução dessa mesma pessoa e não do posto que representa.

Os desperdícios são sempre uma fonte de custos acrescidos para uma empresa. Uma forma de combater os desperdícios é aplicar metodologias tendo em vista a melhoria contínua, nomeadamente, metodologia de produção enxuta (*Lean*).

Após o estágio na TSF, Metalúrgica de Precisão conclui-se que a competitividade da empresa deve-se à qualidade dos seus equipamentos, desde centros de maquinaria, instrumentos de medição, aplicativos entre outros e sobretudo à qualidade humana que são sempre a força de uma empresa. Se a TSF já consegue ser uma empresa capaz de competir nos ramos da indústria automóvel, aeronáutica e nuclear, com os recursos que possui, com uma melhor organização, desde maior rigor no controlo dos stocks, implementação de planeamentos e maior

controlo oficial (com a utilização de indicadores) os seus desperdícios seriam minimizados e consequentemente os seus lucros seriam maiores e tornar-se-ia ainda mais uma empresa competitiva assente numa política de melhoria contínua. A competitividade de uma empresa não depende só do grande potencial dos seus equipamentos, depende também da sua organização oficial, que é a principal responsável por tirar a maior produtividade dos seus recursos, quer sejam eles equipamentos ou recursos humanos que são e continuarão a ser um dos elos mais influentes de qualquer empresa.

## 8. Referências Bibliográficas

1. Indústria metal-mecânica. *Wikipédia*. [Online] [Citação: 11 de Julho de 2012.] [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ind%C3%BAstria\\_metal-mec%C3%A2nica](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ind%C3%BAstria_metal-mec%C3%A2nica).
2. Processo de Usinagem. [Online] [Citação: 16 de Julho de 2012.] <http://www.joinville.ifsc.edu.br/~valterv/Processos%20de%20Fabrica%C3%A7%C3%A3o/Aula%2013%20Processo%20de%20Usinagem.pdf>.
3. **Relvas, Carlos.** *Controlo Numérico Computorizado*. Porto : Publindústria, 2002.
4. **Silva, Carmo.** *Textos de Gestão da Produção*. Braga : s.n., 2010.
5. **Courtois, Alain, Pillet, Maurice e Bonnefous, Chantal.** *Gestão da Produção*. Lisboa : Lidel, 2007.
6. **Dinis.** *Apontamentos do professor Dinis*. s.l. : Universidade do Minho.
7. **Pinto, João Paulo.** *Gestão das operações na Indústria e nos Serviços*. Lisboa : Lidel, 2010.
8. Organização do Trabalho. [Online] [Citação: 23 de Julho de 2012.] [http://www.prof2000.pt/users/lpa/Organiza%C3%A7%C3%A3o%20do%20trabalho\\_2.ppt](http://www.prof2000.pt/users/lpa/Organiza%C3%A7%C3%A3o%20do%20trabalho_2.ppt).
9. **Pereira, Teresa.** *Gestão Económica Inventário*. Vila do Conde : s.n., 2008.
10. Instituto Superior Técnico. *Instituto Superior Técnico*. [Online] [Citação: 13 de 03 de 2012.]
11. Gestão de Operações. [Online] [Citação: 14 de 03 de 2012.] <http://www.rassis.com/operacoes.html>.
12. Manufacturing execution system (MES). [Online] [Citação: 19 de Março de 2012.] <http://searchmanufacturingerp.techtarget.com/definition/manufacturing-execution-system-MES>.
13. Advanced planning and scheduling. *Wikipédia*. [Online] [Citação: 19 de Março de 2012.] [http://pt.wikipedia.org/wiki/Advanced\\_planning\\_and\\_scheduling](http://pt.wikipedia.org/wiki/Advanced_planning_and_scheduling).
14. **Guarnieri, Patrícia, et al., et al.** *WMS-Warehouse Management System*.

15. **Werkma, Cristina.** Lean Seis Sigma-Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing. [Online] 2006. [Citação: 08 de 03 de 2012.] <http://www.werkmaeditora.com.br/arquivos/lss.pdf>.
16. **Carvalho, José.** *Reengenharia de Processos na Indústria Farmacêutica*. Lisboa : Universidade Nova de Lisboa - Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2010.
17. TBM Consulting Group. *TBM Consulting Group*. [Online] [Citação: 10 de 03 de 2012.] <http://www.tbmcg.com>.
18. **Slack, Nigel, et al., et al.** *Administração da Produção*. São Paulo : Atlas, 1997.
19. Total Productive Maintenance. *Wikipédia*. [Online] [Citação: 12 de 03 de 2012.] [http://pt.wikipedia.org/wiki/Total\\_Productive\\_Maintenance](http://pt.wikipedia.org/wiki/Total_Productive_Maintenance).
20. **Couto, Roberto.** *Estude de Implementação do Método SMED e do Método Taguchi no processo de injeção de plásticos*. Lisboa : Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa, 2008.
21. Kanban. [Online] [Citação: 12 de 03 de 2012.] <http://www.dge.ubi.pt/lourenco/gprod/textos/materiais%20JIT/Kanban.pdf>.
22. **Oliveira, Ana, Tinoco, Cátia e Claudia, Tinoco.** *Análise e Melhoria do Processo Produtivo de Almas e Cabos de Alumínio da Cabelauto, S.A.* Vila do Conde : Instituto Politécnico do Porto, 2011.
23. Kaizen. *Wikipédia*. [Online] [Citação: 12 de 03 de 2012.] <http://pt.wikipedia.org/wiki/Kaizen>.
24. **Chase, Richard e Aquilano, Nicholas.** *GESTÃO DA PRODUÇÃO E DAS OPERAÇÕES- Perspectiva do Ciclo de Vida*. Lisboa : Monitor, 1995.
25. **Lopes, Isabel.** *Apontamentos de Gestão da atividade Industrial- Melhoria da Qualidade e Ferramentas*. Guimarães : Universidade do Minho-Departamento de Produção e Sistemas.
26. *Manual de Qualidade*. Ribeirão : TSF, Metalúrgica de Precisão, 2011.
27. TSF, Metalúrgica de Precisão. *TSF, Metalúrgica de Precisão*. [Online] [Citação: 28 de Março de 2012.] <http://www.tsf-trofa.com>.
28. Grupo PROEF. *Grupo PROEF*. [Online] [Citação: 28 de Março de 2012.] <http://www.proef.pt>.

29. *Infopédia*. [Online] [Citação: 15 de Junho de 2012.]  
[http://www.infopedia.pt/\\$fosfatacao](http://www.infopedia.pt/$fosfatacao).

30. *CLIP Industrie*. [Online] [Citação: 15 de Junho de 2012.]  
<http://www.clipindustrie.com/>.

31. **Miranda, A. Sousa.** *Manutenção Mecânica*. Guimarães : Universidade do Minho, 1993.

# Anexos

## **Anexo A – Operações de Maquinagem**



Neste anexo estão descritas informações adicionais relativas às seguintes operações de maquinagem: torneamento, fresagem e furação, pois são estas as operações que são maioritariamente desempenhadas na TSF, Metalúrgica de Precisão.

## Torneamento

O torneamento é um processo de maquinagem que produz peças de revolução (cilíndricas, cónicas, boleadas, abertura de roscas ou hélices) através de um torno. O processo consiste na rotação de uma peça em torno de um eixo e no deslocamento em simultâneo de uma ferramenta de corte ao longo do eixo, que remove material (apara) até que a peça fique com a forma e dimensões pretendidas. O processo de torneamento está ilustrado na Figura 67.

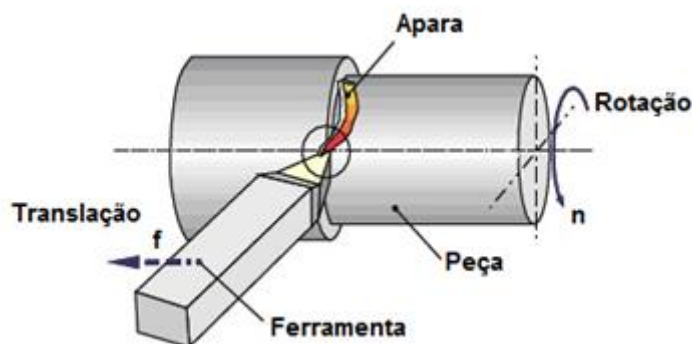


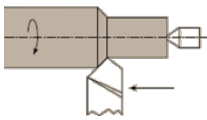
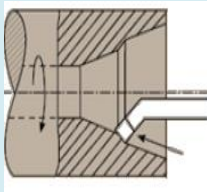
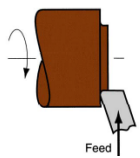
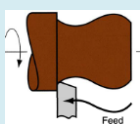
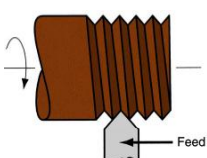
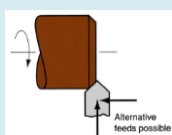
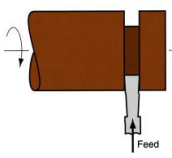
Figura 67 – Processo de Torneamento

O processo de torneamento é definido através de três movimentos [3]:

- **Corte:** produzido pela rotação da peça que gira com uma determinada velocidade de corte. Esta velocidade expressa-se em rotações por minuto (angular) ou metros por minuto (angular);
- **Avanço:** é fornecido pelo movimento longitudinal da ferramenta sobre a peça e define a espessura da aparta. A velocidade de avanço é definida em milímetros por minuto (em função do tempo) ou em milímetros por rotação (em função da rotação);
- **Penetração:** é definida pelo movimento transversal da ferramenta em relação à peça ou pelo deslocamento da ferramenta durante o movimento de avanço determinando a altura da aparta, ou profundidade de corte. A penetração é definida em milímetros.

Para se obter as peças com as suas formas e dimensões finais podem ser utilizadas diversas operações as operações possíveis a realizar no torno estão mencionadas na Tabela 23.

**Tabela 23 – Operações de torneamento**

Operação	Ilustração	Definição
<b>Torneamento exterior</b>		Remoção de todo o material existente na periferia da peça, obtendo-se o perfil final da peça.
<b>Torneamento interior</b>		Remoção de material existente no interior da peça, obtendo-se a forma desejada. De salientar que antes de iniciar esta operação a peça deve apresentar uma zona livre, através de furo ou perfil interior para a entrada da ferramenta.
<b>Facejar</b>		Torneamento da face ou secção transversal da peça. O deslocamento da ferramenta faz-se segundo o eixo transversal, perpendicular ao eixo da peça.
<b>Perfilar</b>		A peça apresenta uma geometria complexa, de linhas e arcos, que pode ser gerada a partir de sistemas CAD/CAM.
<b>Roscar</b>		A roscagem num torno pode ser efetuada interior ou exteriormente. As roscas podem ter diversos perfis (triangular, quadrado, trapezoidal, etc.) e o número de entradas que se pretender.
<b>Chanfrar</b>		Como o nome indica, esta operação consiste na abertura de chanfres nas arestas da peça. Esta operação pode ser exterior ou interior.
<b>Sangrar</b>		Abertura de um canal ou ranhura de grande profundidade radialmente em relação à peça, com a finalidade de obter a separação do restante material.

Para se realizar as diversas operações de torneamento o operador para cada uma das operações tem que selecionar devidamente os parâmetros de corte. Os parâmetros de corte para definir as operações de torneamento são as seguintes [3]:

- **Velocidade de corte:** a velocidade de corte é estabelecida pelo fabricante da ferramenta em função de determinados fatores, tais como: material da peça, material e características das ferramentas, tipo de operação (desbaste e acabamento), tipo de refrigeração, condições de rigidez e fixação da peça. A velocidade de corte deve condicionar a velocidade de rotação da peça e é determinada a partir da equação 5.

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D} \quad (5)$$

Onde  $n$  é a velocidade de rotação (rpm),  $V_c$  velocidade de corte (m/min) e  $D$  o diâmetro de torneamento (mm);

- **Velocidade de avanço:** a velocidade de avanço depende de uma série de fatores, tais como, características da ferramenta, material da peça, potência da máquina e essencialmente do grau de acabamento da peça. Além da velocidade de avanço, o acabamento da peça também depende do raio da ponta da ferramenta. A secção da apara e a velocidade de avanço são determinadas a partir das equações:

$$S = f n \times ap \quad (6)$$

$$Q = S \times \frac{V_c}{1000} \quad (7)$$

$$f = f n \times n \quad (8)$$

Onde  $ap$  é a profundidade de corte (mm),  $f$  a velocidade de avanço (mm/min),  $fn$  o avanço por rotação (mm/rot),  $n$  a velocidade de rotação (rpm),  $Q$  a taxa de remoção de material (mm<sup>3</sup>/min),  $S$  a secção da apara (mm<sup>2</sup>) e  $V_c$  velocidade de corte (mm/min).

- **Profundidade de corte:** a profundidade de corte elevada permite que a ferramenta tenha maior duração, no entanto a profundidade depende dos seguintes fatores: potência e rigidez da máquina, rigidez da peça e a sua fixação. Porém se forem utilizadas plaquetas de alto rendimento pode-se optar por avanços maiores em detrimento das grandes profundidades permitindo assim diminuir a potência de corte.

## Fresagem

A fresagem é um processo de arranque de apara progressivo com recurso a uma ferramenta de aresta múltipla designada por fresa. O índice de remoção de material durante o fresagem é elevado e por isso este processo é um dos processos

de arranque de apara mais versáteis e complexos. Na Figura 68 está ilustrado o processo de fresagem [3].

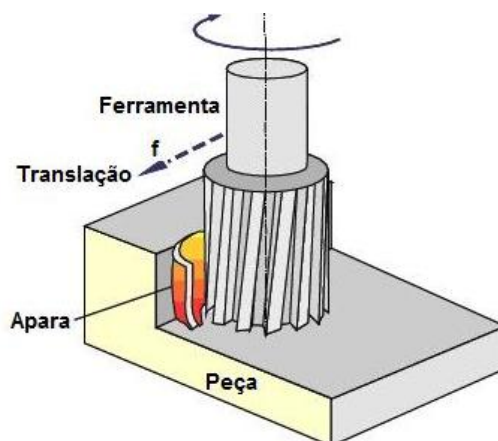


Figura 68 – Processo de Fresagem

As operações de fresagem são essencialmente baseadas em dois processos: fresagem cilíndrico e fresagem frontal, como mostra a Figura 68.

- **Fresagem cilíndrico:** o eixo de rotação da ferramenta trabalha paralelo com a superfície da peça a maquinar, sendo o corte realizado na periferia da ferramenta;
- **Fresagem frontal:** o eixo de rotação da ferramenta trabalha perpendicular à superfície a maquinar sendo por isso o corte realizado pela periferia e pelo topo da ferramenta.

Tal como no torneamento, para realizar as diversas operações de maquinagem é necessário selecionar os parâmetros de cortes, sendo estes:

- **Velocidade de corte:** a velocidade de corte é estabelecida pelo fabricante da ferramenta e é a principal responsável pelo tempo de vida útil da própria ferramenta. Tal como no torneamento a velocidade de rotação depende da velocidade de corte que é definida pela seguinte equação 5;
- **Velocidade de avanço:** é a velocidade de deslocamento da fresa relativamente à peça. Para a sua determinação deve-se ter em conta uma série de fatores, desde, características da fresa, material da peça, potência da máquina e essencialmente o grau de acabamento pretendido à superfície da peça. A velocidade de avanço é determinada a partir das equações.

$$f = fz \times z \times n \quad (9)$$

$$fn = fz \times z \quad (10)$$

Onde  $f$  é a velocidade de avanço da mesa (mm/min),  $fn$  a velocidade de avanço por rotação (mm/rot),  $fz$  avanço por navalha (mm),  $n$  (velocidade de rotação da fresa e  $z$  o número de navalhas da fresa.

- **Profundidade de corte:** quanto maior for a velocidade de corte maior será a durabilidade da ferramenta. Para um determinado avanço, quanto maior for a profundidade de corte, maior será o volume de remoção de material, logo para um determinado período de vida útil maior será a rentabilidade da ferramenta porque se consegue aproveitar todo o comprimento de aresta, porém esta profundidade é limitada pela potência e rigidez da máquina, rigidez da ferramenta e fiação da peça [3].

## Furação

A furação é a primeira operação a ser efetuado para a obtenção de um furo. Esta operação é executada sempre com auxílio de uma ferramenta (broca). O diâmetro do furo é determinado pelo diâmetro da broca, porém a broca não executa furos com diâmetros com grande precisão dimensional nem geométrico, sendo por isso necessário recorrer a outras operações com maior precisão como a mandrilagem [3]. Na Figura 69 estão alguns exemplos de processos de furação [3].

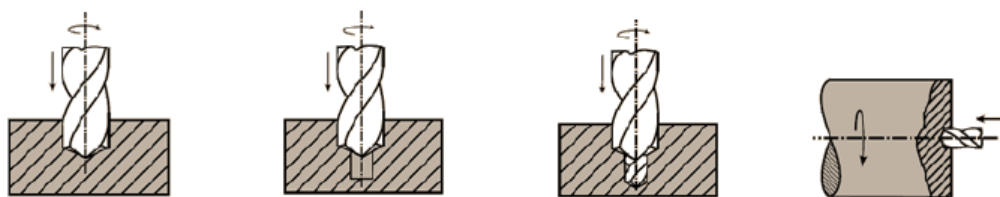


Figura 69 – Alguns processos de furação

## **Anexo B – Controlo Numérico Computorizado**

Neste anexo são descritas as funcionalidades do CNC, a sua aplicabilidade e as suas vantagens.

Um dispositivo diz-se comandado por controlo numérico se os seus dispositivos forem capazes de posicionar um órgão mecânico, em que os comandos relativos a esse movimento são elaborados automaticamente a partir de funções numéricas ou alfanuméricas definidas, manualmente ou através de um programa [3]. Na Figura 70 estão mencionadas algumas máquinas CNC existentes na indústria, nomeadamente na Metalomecânica.



**Figura 70 – Alguns tipos de máquina CNC**

A programação é um processo onde uma pessoa indica ao controlo da máquina os parâmetros necessários para que este possa comandar todas as funções capazes de realizar de uma forma automática as operações de maquinagem de uma determinada peça. Os controladores das máquinas variam, consoante o seu fabricante (ex: *Fagor*, *Fanuc*, *Mazatrol*, etc). Todos os programadores são programados em linguagem ISO, porém cada fabricante implementa a sua própria variação no código.

O programador recolhe as informações a partir do desenho técnico da peça a maquinar, onde estão contidas todas as cotas necessárias para efetuar a maquinagem. Além das coordenadas das peças o programador também define outras funções, tais como, velocidade de corte e avanço, tipo e dimensões de ferramentas, etc.

A programação pode ser executada de dois modos distintos:

- **Manual:** o programa é elaborado através de métodos e cálculos realizados manualmente pelo programador.
- **Automática:** os cálculos são efetuados com auxílio dum computador com um aplicativo dedicado que elabora o programa. Este método é conhecido como sistema de programação CAM.

O desenho técnico é essencial para a elaboração de qualquer programa, pois o programador necessita de recolher informações essenciais para a realização do programa, tais como, valor de cotas, tolerâncias, coordenadas geométricas de contorno da peça, tipos e sequências de operações. Além disso, na elaboração de um programa o programador tem de ter em conta os seguintes aspetos [3]:

- Características das operações (dimensões, localização, etc.);
- Ferramentas a utilizar para realização de maquinagem;
- Posicionamento das superfícies e dos pontos de referência da peça;
- Acabamento superficial.

Para a maquinagem de uma peça pode ser necessário recorrer-se a várias operações (furação, facejamento, roscagem, mandrilagem, etc). O programa CNC não é mais que um texto onde são mencionadas todas as operações necessárias para a maquinagem de determinada peça, pela ordem que o programador definir.

O programa trata-se de um conjunto de instruções, que é constituído por linhas ou blocos de programação, onde cada bloco pode conter uma ou várias instruções, dependendo da capacidade do controlador. Os blocos são formados por termos, que são constituídos por letras de endereço (componente alfabética) e uma sequência de algarismos (componente numérica). O significado de cada letra de endereço e da respetiva componente numérica são [3]:





- **N – Nº de sequência:** identifica o número de sequência do bloco de programação, sendo inscrito por sequência de números inteiros. Escreve-se sempre no início de cada bloco;
- **X, Y, Z – Comandos dos eixos de movimento:** Representa as coordenadas dos pontos de chegada do deslocamento segundo os valores atribuídos a cada eixo (X, Y, Z);
- **G – Função preparatória:** utiliza-se para informar o controlador das características das operações de maquinagem, podendo-se programar até 100 instruções diferentes (de G00 até G99). Estas instruções dizem respeito a trajetórias, correções de ferramenta, unidades do sistema, ciclos, entre outras;









- **M – Função Auxiliar:** serve para indicar à máquina outras funções complementares, tais como, ligar ou desligar funções ou acessórios, sentido de rotação da árvore, paragens do programa ou mudança de ferramenta;
- **F – Velocidade de Avanço:** quantifica o valor da velocidade de avanço da ferramenta durante a maquinagem. A velocidade de avanço é expressa em mm/min ou mm/rot;
- **S – Velocidade de Rotação:** determina a velocidade de rotação da árvore principal, podendo também indicar a velocidade de corte;
- **I, J, K – Vetores de posição do centro de interpolação Circular:** indicam as coordenadas do centro de interpolação circular, sendo:
  - I – o vetor de posição do centro do arco medido sobre o eixo X;
  - J – o vetor de posição do centro do arco medido sobre o eixo Y;
  - K – o vetor de posição do centro do arco medido sobre o eixo Z.
- **T – Número de Ferramenta:** indica o número de ferramenta para executar a operação;
- **H – Corretor de Ferramenta:** designa o número do corretor a utilizar. Permite fixar o valor da compensação automática do raio ou do comprimento da ferramenta.

O aparecimento do controlo numérico computadorizado permitiu aumentar a produtividade das máquinas, a possibilidade de realizar um maior número de operações comparando com as máquinas convencionais, obter peças com maiores complexidades e precisões. Além disso estas máquinas permitem uma maior segurança para o utilizador [3].

## **Anexo C – Gama de Produção**

 <h2 style="margin: 0;">GAMA DE PRODUÇÃO</h2>		Editado no :05/04/2012 Page : 1/2				
<b>Encomenda</b> Número : <b>14126</b> <b>Posição N° : 120</b> Encomenda interna <b>562</b> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">           Quantidade encomendada  <b>42</b> </div>		<b>Obra</b> Número : <b>4.026</b> BRUT N° <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Quantidade em stock 0</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Quantidade por produzir <b>42,00</b></div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Prazo Obra <b>13/04/2012</b></div> </div>				
<b>Cliente</b> <b>GAMI PRECISION</b>						
MAT: X4CRNIMO16-5-1						
<b>GAMA E NOMENCLATURA</b> Número : 2Y1820/D/STUS Rang : 1 Modèle : 0		<b>PEÇA</b> Referência: <b>2Y1820/D/STUS</b> Designar : AXE CDE PNEU L3L SM DN50 R.48 MO PLAN: 2Y1820/D REP 48 Peça Mãe : 2Y1820/D/STUS AXE CDE PNEU L3L SM DN50 R.48 MO PLAN: 2Y1820/D REP 48 Desenho:				
<b>Nomenclatura Linha1</b>						
Posição N°	Artigo	Qty Nomencl.				
10	2Y1820/D/STUS/STTTH AXE CDE PNEU L3L SM DN50 R.48 CONF. DES. 2Y1820/D REP 48  <div style="float: right;">0006329</div>	42 (u)				
20	2Y1820/D/STUS/STREC AXE CDE PNEU L3L SM DN50 R.48 CONF. DES. 2Y1820/D REP 48  <div style="float: right;">0006330</div>	42 (u)				
30	MATERIAL GAMI REDONDO Ø55X301  <div style="float: right;">0006331</div>	42 (u)				
<b>Gama Linha1</b>						
Fase	Designar	Centro de	Tempo previsto	Quantit é finie	Quantit é non	Visa
10	COMPRAS	NOMEN	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>TP</div> <div>TF (min)</div> </div>			

 <b>GAMA DE PRODUÇÃO</b> <span style="float: right;">Editado no :05/04/2012 Page : 2/2</span>								
Obra: 4.026		Linha : 1			Peça : 2Y1820/D/STUS			
Fase	Designar	Centro de	Tempo previsto		Quantit é finie	Quantit é non	Visa	
			TP	TF (min)				
20	SERROTE	SERR	0,10	4,20				
		N° da picagem 27790						
30	TORNO NEXUS	NEXUS	0,10	4,20				
		N° da picagem 27791						
40	CENTROS PEQ. 20/30/400/414/480	CENPQ	0,10	4,20				
		N° da picagem 27792						
50	TRATAMENTOS TERMICOS 2Y1820/D/STUS/STTH (F0005) AXE CDE PNEU L3L SM DN50 R.48 Para mais detalhes, ver fase10 dentro da nomenclatura	STTH						
60	SUBCONTRATAÇÃO RECTIFICAÇÃO 2Y1820/D/STUS/STREC (F0339) AXE CDE PNEU L3L SM DN50 R.48 Para mais detalhes, ver fase20 dentro da nomenclatura	STREC						
70	SERRALHEIRO	SERRA	1,00	42,00				
		N° da picagem 27795						
80	CONTROL	CONTR	1,00	42,00				
		N° da picagem 27796						




## **Anexo D: Ferramentas para maquinagem**

Neste anexo são apresentadas as principais ferramentas utilizadas durante as operações de torneamento e de fresagem.

	Ferramenta/ Operações	Designação
Torno	 <p>Torneamento exterior</p>	São ferramentas utilizadas para realizar torneamento externo, facejamento, chanfres, abertura de roscas e canais. Estas ferramentas são normalmente constituídas por um suporte para ferramentas e por uma plaqueta que fará a respetiva maquinagem.
	 <p>Torneamento interior</p>	São ferramentas utilizadas para realizar torneamento interno, chanfres, abertura de roscas e canais. Estas ferramentas são normalmente constituídas por um suporte para ferramentas e por uma plaqueta que fará a respetiva maquinagem.
	 <p>Abertura de canais</p>	São ferramentas que permitem a abertura de canais ou até o sangramento da peça.
	 <p>Roscagem interior</p>	Ferramentas utilizadas para realizar rosca interior. A abertura da rosca depende da plaqueta utilizada e da velocidade de avanço.
	 <p>Roscagem exterior</p>	Ferramentas utilizadas para realizar rosca externa à peça. A abertura da rosca depende da plaqueta utilizada e da velocidade de avanço.



Fresadora	 <p>Fresas de faceamento</p>	São ferramentas utilizadas para facejar peças. As fresas para facejamento são as mais utilizadas para na maquinagem, nomeadamente no desbaste, pois apresentam uma alta taxa de remoção de material. As para facejamento são normalmente fresas com pastilhas.
	 <p>Fresas de disco</p>	As fresas de discos permitem a realização de cortes ou abertura de canais. Existem discos desde 1,5 mm de espessura a 15 mm. Os discos a utilizar podem ser também constituídos por pastilhas.
	 <p>Fresas esféricas</p>	As fresas de esferas são utilizadas principalmente para acabamentos em superfícies inclinadas ou para realizar concordâncias (arredondamentos).
	 <p>Fresas de topo</p>	As fresas de topo são utilizadas para o facejamento ou para abertura de canais.
	 <p>Fresas para roscar</p>	São fresas que permitem a abertura de roscas. A escolha das fresas e ou velocidades de avanço ou penetração estão dependentes da rosca pretendida.
	 <p>Mandris</p>	Os mandris são utilizados nos acabamentos de furos precisos. Os mandris permitem obtenção de furos com diâmetros bastantes precisos.

<b>Torno ou fresadora</b>	 <p>Machos</p>	São ferramentas utilizadas para abertura de rosca, depois do furo ser efetuado.
	 <p>Brocas</p>	São utilizadas para abertura de furos de variados diâmetros.
	 <p>Pastilhas</p>	As pastilhas podem ser utilizadas em todo o tipo de ferramentas para torneamento ou fresagem em qualquer operação (desbaste ou acabamento). As pastilhas são utilizadas pois permitem o aumento de produtividade, devido às maiores velocidades e avanços permitidos em relação às ferramentas sem pastilhas.

As imagens utilizadas foram todas recolhidas do catálogo da *Iscar*.

Para cada operação de maquinagem, geralmente é possível utilizar mais que um tipo de ferramenta para a sua realização, no entanto existem ferramentas que para uma determinada operação são mais eficientes do que outras. Por isso a rentabilidade da operação além da eficiência da ferramenta está dependente da escolha efetuada pelo operador ou programador de cada máquina.



## **Anexo E – Matrix**

Neste anexo são apresentadas as funcionalidades do Matrix na gestão e controlo de ferramentas.

A ferramenta Matrix foi desenvolvida em 2004 por uma equipa de profissional da empresa Shafir Production Systems (Grupo IMC). Esta tecnologia começou a ser utilizada em Portugal em 2008. Na Figura 71 está ilustrado o sistema Matrix.



**Figura 71 – Sistema Matrix**

O sistema Matrix é de acesso controlado, ou seja, para qualquer movimentação efetuada existe a necessidade de um registo, que identifica o que foi movimentado e quem o movimentou. O aplicativo pode ser administrado por um teclado ou pelo ecrã tátil, o que torna o sistema bastante eficiente.

O processo entre a realização do login, até que este tenha a ferramenta pretendida demora cerca de 30 segundos, pois a identificação e a remoção da ferramenta são processos rápidos e bastantes eficazes.


O Matrix possui 461 compartimentos, que se destinam ao armazenamento de variadas ferramentas, desde fresas, machos, brocas, pastilhas, mandris, calibres, entre outros. O utilizador depois de selecionar a ferramenta pretendida só terá acesso ao compartimento dessa mesma ferramenta. Depois de retirar ao colocar ferramentas dos dispositivos, o utilizador terá de referir as quantidades que movimentou para o sistema atualizar o *stock* armazenado.

Este sistema alerta o administrador do sistema, quando o *stock* de segurança for atingido ou quando este entrar em rutura, para que o administrador tome as devidas ações para colmatar a falta de ferramentas. Este sistema permite que a recomposição dos *stocks* seja efetuada autonomamente, ou seja, quando o *stock* de segurança for atingido o sistema poderá encomendar as ferramentas em quantidades determinadas aos fornecedores estabelecidos pelo administrador via *email*. Desta forma se os fornecedores tiverem à sua disponibilidade as ferramentas solicitadas, poderão abastecer de imediato a empresa, para que esta possa utilizar as ferramentas quando necessário. Com este sistema as empresas poderão funcionar sempre com

---

um baixo *stock* de ferramentas, no entanto poderiam correr certos riscos, se o fornecedor das ferramentas não as conseguir entregar a tempo.

## **Anexo F – Folhas de abertura de não conformidade**

FICHA DE NAO CONFORMIDADE	
	
OTAVIO	
REF PLANO: 468-12-352/A	Qté ENC : 30
	Qté NC : 30
<input checked="" type="checkbox"/> Nao conformidade Interno	
<input type="checkbox"/> Nao conformidade Externo	
Tipo de nao conformidade :	
DESCRICAO NAO CONFORMIDADE :	
Furo Ø547 Roscado A M6.	
EDITOR : Hugo bene	DATA: 09.02.2012 VISTO :
TRATAMENTO NAO CONFORMIDADE PAR TSF :	
RECUSA <input type="checkbox"/>	RETOQUE <input type="checkbox"/>
OUTRO <input type="checkbox"/>	
OBSERVACAO :	



		A définir	
		<b>Ficha de não conformidade</b>	<b>171</b>
FNC INTERNA - CLIENTE : GAMI PRECISION			
Obra N°	7.457	Encomenda: 16342/1	GR N°:
Referência:	468-12-352/A/STFOC	CUBE FC	
Nossa Ref. : 1165	Linha : (G)1 40		
Peça: 468-12-352/A/STFOC	CUBE Índice :		
Qtd receb. : 30	Qtd conforme :	Qtd recusada :	30
Nome :	AMORIM COUTO EVA GONCALVES		
	Data : 09/02/2012	Assinat	<i>Eva Couto</i>
<b>TRATAMENTO DE NÃO CONFORMIDADE</b>			
<b><u>NÃO CONFORMIDADE DETECT</u></b> En interne lors d'un contrôle intermédiaire			
<b><u>DESCRIÇÃO DA NÃO CONFORMIDADE</u></b>		Nome : SILVA CARNEIRO OCTAVIO RAF Assinat	
FURO Ø5H7 FOI ROSCADO A M6		Data : 09/02/2012	
<b><u>DECISÃO CORRECTIV</u></b>		Nome : CHAMPAVIER BERNARD Assinat	
		Data : 09/02/2012	
Retomada REJEITA RETORNO CLIENTE	<b><u>EM ESPERA DE RESPOSTA</u></b> Documento : <b><u>DERROGAÇÃO</u></b> Aceite como tal : Documento Reparação : Documento		
<b>REPARAR AS PEÇAS, EXECUÇÃO DE PINO ROSCADO M6 PARA SUBSTITUIR O PINO CALIBRADO QUE LEVAVA NO Ø5H7</b>			
<b>TRATAMENTO DA ACÇÃO CORRECTIVA</b>			
<b><u>CAUSAS DA NÃO CONFORMIDADE</u></b>		Nome : CHAMPAVIER BERNARD Assinat	
		Data : 09/02/2012	
<b>ERRO DO OPERADOR AO ROSCAR AS PEÇAS</b>			
<b><u>ACÇÃO CORRECTIVA OU PREVENTIVA</u></b>		Nome :	
ACTION CORRECTIVE		Data : __/__/__ PRAZO : __/__/__ Assinat	
<b>TER EM ATENÇÃO AO LER O DESENHO</b>			

### **Anexo G – Mini Relatório (Melhoramento do aplicativo Clipper)**

# **Organização e Controlo da Produção**

Ribeirão, 9 de Dezembro de 2011

**Trabalho elaborado por:**

Pedro Moreira



## **Introdução**

Pretende-se com este relatório indicar as principais medidas e alterações a efetuar no programa Clipper com vista a obtenção de um planeamento eficaz, capaz de programar e sequenciar todas obras, para que estas estejam concluídas dentro dos prazos estabelecidos.

Neste relatório são mencionados os principais dados, que o programa deve recolher para a realização do planeamento da produção, as razões pelas quais o programa deve recolher estes dados, as vantagens e desvantagens da sua implementação. Também é proposta a forma que produção deveria ser controlada e analisada.

## **Planeamento da produção**

Com a realização do planeamento da produção é possível programar e sequenciar todas as obras a realizar nas máquinas CNC da TSF. Atualmente todas as obras são preparadas, e nessa preparação são definidas uma série de variáveis importantes para a realização deste planeamento da produção. As variáveis definidas na preparação são:

- Prazo de entrega da encomenda;
- Sequência de maquinagem;
- Tempos de maquinagem em cada posto de trabalho;
- Tratamentos a efetuar após a maquinagem.

Até à data o programa Clipper não permite a criação de um planeamento da produção das obras a produzir na TSF. Para fazer este planeamento são necessárias as variáveis mencionadas em cima, por isso a preparação é bastante importante e determinante na realização deste mesmo planeamento.

O planeamento da produção tem que ser capaz de determinar quais as encomendas que estarão prontas no respetivo prazo de entrega. É importante ter sempre em conta que realização deste planeamento está diretamente relacionado com a gama de produção da peça e com os tempos de maquinagem que esta necessita em cada centro de maquinagem. Desta forma o programa Clipper deve permitir a obtenção de uma lista, onde seja possível obter todos os tempos indicativos que cada obra demorará em cada centro de maquinagem. De seguida é apresentada a tabela 1 com uma possível lista que o programa Clipper poderá fornecer:

**Tabela 24 – Exemplo de a lista a obter pelo Clipper**

Obras	Tempo Serrote [h]	Tempo Centro Pequeno [h]	Tempo Centro Grande [h]	Tempo Tornos Pequenos[h]	Tempo Integrex [h]	Tempo Nexus [h]
4000	0,5	4	0	2,3	0	0
4001	0,2	3,1	0	0	8	2
4002	0,6	0	10	0	16	0
4003	0	2	3,2	1,4	0	0

Com esta lista torna-se assim possível determinar as horas previstas de maquinaria que cada centro de maquinaria terá num determinado período de tempo e com isso determinar se é ou não possível entregar as obras programadas em determinada data e como procurar soluções de forma a resolver problemas de uma suposta sobrecarga de determinado centro de maquinaria. No entanto é importante não esquecer que estes tempos são indicativos, podem induzir em erro e comprometer o planeamento. Além destes tempos indicativos o programa Clipper poderá ainda fornecer os tempos médios reais que determinada peça necessita em cada centro de maquinaria, caso esta tenha histórico na empresa.

**Tabela 25 – Exemplo de lista a obter pelo Clipper com tempos médios**

Obras	Qtd	t. Serrote [h]	t.med	t.CP[h]	t.med	t. CG[h]	t.med	t.TP[h]	t.med	t.In[h]	t.med	t. Nexus [h]	t.med
4000	10	0,5	0,2	4	7,1	0	0	2,3	1	0	0	0	0
4001	15	0,2	0,6	3,1	2,8	0	0	0	0	8	5,5	2	3
4002	30	0,6	0,58	0	0	10	15,3	0	0	16	15	0	0
4003	5	0	0	2	0	3,2	0	1,4	0	0	0	0	0

Com a introdução de tempos médios de maquinaria torna-se assim possível a quem faz o planeamento, perceber se os tempos indicativos diferem muito dos tempos de maquinaria da mesma peça que anteriormente já foi fabricada pela mesma máquina. Caso os valores médios de maquinaria e os valores teóricos forem bastante diferentes, quem planeia deverá escolher como quer que o planeamento seja efetuado, pelos tempos indicativas ou pela opção mais pessimista. Com a opção pessimista, o programa entre o valor indicativo e o valor médio deverá sempre optar pelo maior, para que seja efetuado, pelos tempos indicativos ou pelos tempos médios.

Além da listagem dos tempos de maquinagem por centro, o programa Clipper também deverá ordenar a sequência de obras que cada centro de maquinagem deverá fazer numa semana, de acordo com os seguintes critérios:

- **Prazo de encomenda**

O programa deverá fazer sempre o planeamento de forma a garantir que todas as encomendas/obras, cumpram os prazos de entrega, uma vez que o cumprimento/não cumprimento dos prazos de entrega pode afetar direta ou indiretamente a credibilidade da empresa.

- **Subcontratações (Tratamentos térmicos, Pintura, etc...)**

Os lead-times das diferentes subcontratações devem estar bem definidos, para que o programa Clipper ao fazer o planeamento possa garantir que determinada peça com determinado tratamento possa ser entregue no devido prazo de entrega. Por exemplo, uma peça que necessite de fazer uma têmpera, deve estar terminada de maquinagem alguns dias antes do prazo de entrega, para haver tempo da realização da têmpera e estar pronta para enviar para o cliente no dia inicialmente proposto, por isso é necessário definir os lead-times de cada subcontratação para o programa dar prioridade à realização destas obras.

- **Montante a faturar da encomenda**

O montante da encomenda também poderá ser tão importante como os outros dois critérios referidos anteriormente. Este critério vai depender essencialmente da política da empresa, ou seja, a empresa poderá também definir se a quantidade de uma determinada encomenda tem ou não prioridade sobre outra encomenda, isto é, a empresa pode escolher qual das encomendas é a mais rentável para a empresa.

- **Nº peça/obras por encomenda**

Este critério permite ao responsável pelo planeamento dar prioridade às encomendas como maiores ou menores quantidades de peças a produzir.

- **Importância da encomenda para o cliente/empresa**

Caso determinada encomenda seja imperativa para o cliente/empresa, o programa deverá de dar preferência a esta encomenda, para que esta esteja fechada o mais rápido possível.

Os critérios anteriormente descritos devem ser ordenados pelo responsável do planeamento. A importância destes critérios vai variar semanalmente de acordo com os objetivos da empresa para essa mesma semana.

Como foi referido anteriormente, a gama de produção de uma obra é bastante importante para a elaboração do planeamento, pois é esta gama que vai determinar

quais os centros de maquinagem que as obras passarão e por isso o programa Clipper na realização do planeamento terá que garantir que determinada obra não estará em dois centros de maquinagem diferentes no mesmo instante. Desta forma poderá ser realizado um planeamento para cada centro de maquinagem, ou seja, cada chefe do respetivo centro irá saber quais são e quando é que terá de realizar determinada obra. O responsável pela produção deverá de entregar a cada chefe de máquina uma lista com a sequência de obras que estão planeadas executar nas máquinas em que é responsável.

### **1. Controlo da produção**

O controlo da produção é das tarefas mais importantes para o sucesso da empresa. Se for possível, o programa deverá atualizar instantaneamente o estado da produção, dizendo quando for solicitado o estado de cada obra (se está pronta em determinada máquina, se não há material para a realização da mesma, se a obra se encontra em alguma subcontratação, se já está controlada...), comparando com aquilo que inicialmente foi planeado. Desta forma é possível ao responsável pela produção estar sempre ao corrente do estado da produção e se necessário corrigir diferentes anomalias que não foram inicialmente previstas, minimizando o impacto dessa anomalia. Além disso também deverá ser possível saber qual é a obra que está a ser maquinada em cada máquina.

### **2. Análise dos registos de produção**

Pretende-se com os registos de produção analisar todos os tempos que cada máquina efetuou num determinado período de tempo definido pelo utilizador. Os registos de produção devem conter a seguinte informação:

- Hora de abertura/fecho da obra;
- Funcionário(s) que produziu obra;
- Máquina(s) em que determinada obra foi processada;
- Tempo de processamento por máquina.

Apenas com estes dados será possível determinar o fluxo produtivo de cada máquina e com isso a obtenção do rendimento de cada máquina. Além disso também será possível analisar quais foram as obras e o tempo útil de maquinagem que cada operário de máquina fez num determinado período de tempo.

Para fazer a análise destes dados é necessário que o programa Clipper forneça duas listas: a lista de obras realizadas por cada máquina e a lista de obras realizadas por funcionário.

Com a criação da lista de obras realizadas será possível a determinação de diversos índices: fluxo produtivo, rendimento de máquina, taxa de utilização da máquina, nº de horas em que a máquina não esteve a produzir e qual a duração de maquinagem de cada obra. Com toda esta informação o responsável da produção poderá/deverá realizar um relatório semanal em que justificará os diversos índices produtivos. Neste relatório o responsável pela produção deverá dizer o porquê que determinada máquina teve um baixo/alto rendimento, quais foram os problemas que foram registados em determinada máquina, qual a justificação para que determinada obra demorou muito mais/menos tempo do que o planeado e fazer o balanço entre o que inicialmente foi planeado com aquilo que realmente se realizou.

A elaboração de relatórios permitirá fazer registos semanais e por isso será um documento importante para a empresa, pois com dados credíveis será possível a tomada de decisões com a finalidade de melhorar a produção.

### **3. Conclusões**

A criação de um planeamento pelo programa Clipper tendo como base uma série de critérios será importante para a organização da empresa, pois desta forma toda a gente saberá o que fazer em cada gente para atingir uma meta.

A disponibilização instantânea do estado da produção por parte do programa Clipper permitirá em cada instante comparar o estado atual da produção com aquilo que inicialmente foi proposto. Desta forma, poderão ser tomadas medidas imediatas para corrigir ou alterar a sequência de produção.

A análise de tempos (registo de produção) é essencial para o futuro da empresa. Estes registos permitirão a tomada de decisões com vista o aumento produtivo.

***“É importante ter metas, mas também é fundamental planejar cuidadosamente cada passo para atingi-las, para isso devemos ter informação credível.”***

## **Anexo H – Proposta de ficha para remoção de Matérias-Primas**



## Ficha de Remoção de Matéria-prima

<b>Tipo de Material</b>	
<b>Quantidade</b>	
<b>Obra</b>	
<b>Motivo para remoção</b>	
 <div><div>____/____/____ (Data)</div><div>_____ (Assinatura)</div></div>	

**Nota:** Todos os campos têm que ser obrigatoriamente preenchidos

## **Anexo I – Sistemas de Aperto**



Neste anexo serão apresentados os principais sistemas ou dispositivos que podem ser utilizados na fixação das peças durante a maquinagem. Na Tabela 26 estão mencionados alguns dos sistemas de aperto utilizados.

**Tabela 26 – Dispositivos de aperto**

	Sistema ou dispositivo de Fixação	Designação
Torno	 <p>Pinça</p>	Utilizada para efetuar maquinagem de peças com diâmetros específicos. É utilizada quando se pretende maquinar peças precisão e com pequenos diâmetros (normalmente diâmetros inferiores a 6 mm).
	 <p>Buchas</p>	As buchas servem para fixar peças de revolução. As buchas podem conter três ou quatro grampos, podendo ser apertadas manualmente ou a partir de um sistema hidráulico.
	 <p>Arrastador frontal</p>	Utilizado para efetuar o torneamento de peças em toda a sua extensão. Também existem placas de fixação integradas a um arrastador frontal que têm a mesma finalidade, mas permite o aumento de esforços durante a maquinagem, essencialmente na operação de desbaste.
Fresadora	 <p>Mesa divisória</p>	Permite a maquinagem na posição horizontal e vertical.

 <p>Morsa mecânica com base giratória</p>	<p>Fixação de peças com recurso ao aperto dos mordentes. A sua base é giratória e contém um divisor, permitindo que o aperto seja efetuado com um determinado ângulo relativamente a uma referência.</p>
 <p>Grampos</p>	<p>O aperto com recurso a grampos são dos apertos mais versáteis no entanto, é dos sistemas de aperto mais demorosos.</p>
 <p>Mesa de vácuo</p>	<p>Permite a fixação de peças com recurso à sucção do ar. Quanto maior a área da mesa maior será a necessidade de ar. Estas mesas permitem efetuar a fixação das peças rápida e eficiente sem recurso a grampos.</p>
 <p>Mesa magnética</p>	<p>Permite a fixação magnética de peças ferrosas.</p>
 <p>Morsas Magnéticas</p>	<p>Permite a fixação de peças ferrosas, onde se pode efetuar maquinagem de cinco faces das peças com um único aperto. Além disso o tempo de fixação das peças é baixo.</p>

## **Anexo J – CAM (Computer Aided Manufacturing)**

Neste anexo são referidas as principais aplicações e vantagens do uso de um aplicativo CAM.

A tecnologia CAM é um aplicativo utilizado para controlar e comandar os movimentos de máquinas ferramentas na fabricação de peças. O CAM também pode ser utilizado para auxiliar as operações de uma empresa desde o planeamento, gestão e transporte. A sua aplicação tem o objetivo de criar processos de produção mais rápidos e eficientes. Na maior parte dos casos os aplicativos CAM estão associados a aplicativos CAD, pois estes ajudam ao CAM efetuar alterações nas dimensões design da peça, consoante o que se pretende maquinar.

Sendo o CAM o responsável pelo comando dos movimentos de órgãos mecânicos, uma das suas grandes vantagens deste tipo de programação reside no facto de o aplicativo efetuar todos os cálculos de trajetória de qualquer ferramenta, ao invés do que sucedia com a programação manual, eliminando assim os erros associados à programação manual.

A maior desvantagem associada a este aplicativo reside no facto de ser necessário a utilização de um pós-processador. O pós-processador é uma ferramenta responsável pela interface entre o CAM e a máquina, funcionando como um tradutor, ou seja, o pós-processador ler as instruções do CAM e escreve na linguagem apropriada para uma máquina devidamente especificada.

Atualmente existem vários aplicativos CAM desenvolvidos por várias empresas. Na Tabela 27 estão mencionados os aplicativos CAM desenvolvidos pelas respetivas empresas:

**Tabela 27 – Aplicativo CAM**

<b>Aplicativo</b>	<b>Empresa</b>
<b>HSMWorks</b>	SolidWorks
<b>SolidCAM</b>	SolidWorks
<b>MasterCAM</b>	MasterCAM
<b><i>Powermill</i></b>	DeiCAM